



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**STUDI PERBANDINGAN KONSENTRASI KLOROFIL-a PADA  
TAMBAK BANDENG TRADISIONAL DAN TAMBAK BANDENG  
INTENSIF MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8**

**TUGAS AKHIR**

**BASKORO AGUM GUMELAR  
21110113120041**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM  
STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
AGUSTUS 2018**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**STUDI PERBANDINGAN KONSENTRASI KLOROFIL-a  
PADA TAMBAK BANDENG TRADISIONAL DAN TAMBAK  
BANDENG INTENSIF MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata – 1)**

**BASKORO AGUM GUMELAR  
21110113120041**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM  
STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
AGUSTUS 2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang  
dikutip maupun dirujuk  
Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : BASKORO AGUM GUMELAR

NIM : 21110113120041

Tanda Tangan :



Tanggal : 10 AGUSTUS 2018


## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : BASKORO AGUM GUMELAR  
NIM : 21110113120041  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI  
Judul Skripsi :

**STUDI PERBANDINGAN KONSENTRASI KLOROFIL-a Pada  
TAMBAK BANDENG TRADISIONAL DAN TAMBAK BANDENG  
INTENSIF MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8**

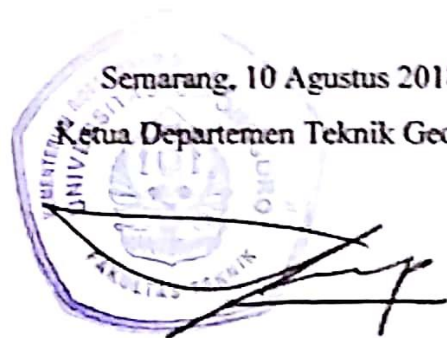
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1	: Abdi Sukmono, S.T., M.T.	(  )
Pembimbing 2	: Nurhadi Bashit, S.T., M.Eng	(  )
Penguji 1	: Abdi Sukmono, S.T., M.T.	(  )
Penguji 2	: Nurhadi Bashit, S.T., M.Eng	(  )
Penguji 3	: Ir. Sawitri Subiyanto, M.Si.	(  )

Semarang, 10 Agustus 2018

Ketua Departemen Teknik Geodesi



Dr. Yudo Prasetyo, ST., MT  
NIP : 197904232006041001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Teriring rasa syukur, doa dan asa kepada Allah SWT, kupersembahkan karya ini untuk:*

*Ayah dan Ibu yang amat tercinta.*

*Redi Santoso dan Murmini yang telah memberikan kasih sayang, cinta, motivasi, nasehat, doa, suri tauladan dan segala yang terbaik.*

*Kakak dan ipar tercinta,*

*Lenny Kusuma dan Utomo yang selalu memberikan dukungan, semangat, senyum, arahan dan doa.*

*Keponakanku tersayang,*

*Ganita Resendriya dan Qorish Abhar Roid Al Kalifi yang selalu memancarkan kegembiraan, semangat dan kebahagiaan.*

*Bapak dan Ibu Dosen,*

*Yang selalu tulus memberikan ilmu, ikhlas meluangkan waktu untuk menuntun dan membimbing saya, memberikan motivasi dan nasehat yang tak ternilai harganya.*

*Sahabat dan teman tersayang,*

*Yang selalu setia berbagi canda tawa, tangis perjuangan, berbagi nasehat kebaikan dan terimakasih untuk kenangan manis yang selalu melekat dalam hati.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemelihara alam semesta, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T.,M.T. , selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Abdi Sukmono, S.T., M.T. yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Nurhadi Bashit, S.T., M.Eng yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Sawitri Subiyanto, M.Si. yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhirnya, Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalami.

Semarang, 10 Agustus 2018

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : BASKORO AGUM GUMELAR  
NIM : 21110113120041  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneeksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

### **STUDI PERBANDINGAN KONSENTRASI KLOOROFIL-a Pada TAMBAK BANDENG TRADISIONAL DAN TAMBAK BANDENG INTENSIF MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 10 Agustus 2018



Yang menyatakan

(Baskoro Agum Gumelar)

## ABSTRAK

Berdasarkan hasil survei sosial ekonomi Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia pada tahun 2014 menunjukkan konsumsi ikan masyarakat masih rendah. Oleh karena itu, pemerintah bertujuan untuk meningkatkan produksi ikan guna meningkatkan konsumsi ikan masyarakat. Berdasarkan data dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah tahun 2010, budidaya tambak merupakan budidaya yang paling potensial. Pemilihan metode budidaya tambak yang paling efektif antara metode tradisional dan metode intensif perlu dilakukan untuk mengoptimalkan produksi ikan.

Salah satu indikator efektifitas antara kedua metode tersebut dapat dilihat dari kandungan *fitoplankton*. *Fitoplankton* mengandung klorofil-a di dalam tubuhnya dan merupakan pakan alami dari ikan. Teknologi penginderaan jauh dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi klorofil-a dengan menggunakan algoritma Wouthuyzen, Wibowo, Pentury, Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi.

Hasil penelitian menunjukkan algoritma Pentury relatif lebih baik digunakan untuk menentukan konsentrasi klorofil-a pada perairan dangkal (tambak). Konsentrasi klorofil-a terendah pada tambak tradisional yaitu  $0,47068 \text{ mg/m}^3$ , konsentrasi tertinggi  $1,95017 \text{ mg/m}^3$  dan konsentrasi rata-rata  $1,12893 \text{ mg/m}^3$ , sedangkan pada tambak intensif konsentrasi terendah  $0,36713 \text{ mg/m}^3$ , konsentrasi tertinggi  $3,17063 \text{ mg/m}^3$  dan konsentrasi rata-rata  $1,53556 \text{ mg/m}^3$ . **Kata Kunci :** *Fitoplankton*, Ikan, Klorofil, Tambak



## **ABSTRACT**

*Based on the results of the socio-economic survey by the Directorate General of Strengthening Competitiveness of Marine and Fishery Products, Ministry of Marine Affairs and Fisheries, the Republic of Indonesia in 2014 it shows that fish consumption by Indonesian people is still low. Therefore, the government aims to increase fish production in order to increase fish consumption by the community. Based on data from the Office of Marine and Fisheries of Central Java Province in 2010, aquaculture ponds is the most potential cultivation. The selection of the most effective method of aquaculture between traditional and intensive methods is very necessary in order to optimize the fish production.*

*One indicator of the effectiveness between the two methods can be seen from the content of phytoplankton. Phytoplankton contains chlorophyll-a in its body and is a natural food of fish. Remote sensing technology can be used to determine the concentration of chlorophyll-a by using the Wouthuyzen, Wibowo, Pentury, Much Jisin Arief and Lestari Laksmi algorithms.*

*The results showed a relatively better Pentury algorithm used to determine the concentration of chlorophyll-a in shallow waters (ponds). The lowest chlorophyll-a concentration in traditional ponds is 0,47068 mg/m<sup>3</sup>, the highest concentration 1,95017 mg/m<sup>3</sup> and the average concentration is 1,12893 mg/m<sup>3</sup>, while in intensive ponds the lowest concentration is 0,36713 mg/m<sup>3</sup>, the highest concentration 3,17063 mg/m<sup>3</sup> and the average concentration is 1,53556 mg/m<sup>3</sup> .*

**Keywords :** *Chlorophyll, Fish, Phytoplankton, Ponds*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
I.1    Latar Belakang.....	1
I.2    Rumusan Masalah .....	3
I.3    Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
I.3.1    Tujuan Penelitian .....	3
I.3.2    Manfaat Penelitian .....	3
I.4    Batasan Masalah .....	3
I.5    Metodologi Penelitian .....	5
I.6    Sistematika Penulisan Laporan.....	6
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1    Penelitian Terdahulu.....	7

II.2	Gambaran Umum Daerah Penelitian .....	8
II.2.1	Kabupaten Demak .....	8
II.2.2	Kabupaten Pati .....	9
II.3	Ikan Bandeng .....	11
II.4	Tambak .....	12
II.5	Klorofil .....	15
II.6	<i>Fitoplankton</i> .....	17
II.7	<i>Sampling</i> .....	17
II.8	Pengindraan Jauh .....	19
II.9	Landsat 8 .....	21
II.10	Resolusi Citra .....	23
II.11	Koreksi Radiometrik .....	26
II.12	Kalibrasi Radiometrik .....	27
II.13	Koreksi Atmosfer .....	28
II.14	<i>Cropping</i> Citra .....	30
II.15	<i>Masking</i> Awan .....	31
II.16	<i>Masking</i> Daratan .....	32
II.17	Deliniasi .....	34
II.18	Algoritma Untuk Menentukan Konsentrasi Klorofil-a .....	36
II.19	Uji Normalitas .....	38
II.20	Uji T Sampel Berpasangan .....	38
II.21	Klasifikasi Terbimbing ( <i>Supervised</i> ) .....	38

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	40
III.1	Data dan Peralatan Penelitian .....	40
III.1.1	Data Penelitian .....	40
III.1.2	Peralatan .....	41
III.2	Pengambilan Data Klorofil-a <i>In situ</i> .....	42
III.3	Diagram Alir .....	45
III.4	Pengolahan Data .....	46
III.4.1	Kalibrasi Radiometrik .....	47
III.4.2	Koreksi Atmosfer .....	48
III.4.3	Cropping Citra .....	51
III.4.4	<i>Masking</i> Citra .....	52
III.4.5	Deliniasi .....	55
III.4.6	Perhitungan Klorofil-a .....	55
III.4.7	Kenampakan Citra Hasil Pengolahan Masing- masing Algoritma .....	56
III.4.8	Uji Regresi Linear .....	63
III.5	Klasifikasi .....	67
BAB IV	Hasil dan Pembahasan .....	69
IV.1	Hasil Kalibrasi Radiometrik .....	69
IV.2	Hasil Koreksi Atmosfer .....	71
IV.3	Koordinat Sampel dan Klorofil-a <i>In situ</i> .....	72
IV.4	Hasil Uji Laboratorium .....	74
IV.5	Perbandingan Konsentrasi Klorofil-a Metode Pengindraan Jauh dengan Uji Laboratorium .....	75
IV.6	Uji Normalitas .....	80

IV.7 Uji T Sampel Berpasangan .....	83
IV.8 Klasifikasi .....	85
IV.9 Analisis Perbandingan .....	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	91
V-1 Kesimpulan .....	91
V-2 Saran .....	92
DAFTAR PUSTAKA .....	xix
LAMPIRAN .....	xxiv

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Daerah Studi Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak .....	4
Gambar I-2 Daerah Studi Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati.....	4
Gambar I-3 Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	5
Gambar II-1 Lokasi Penelitian .....	10
Gambar II-2 Tambak Tradisional.....	14
Gambar II-3 Kolam Intensif.....	15
Gambar II-4 Sistem Pengindraan Jauh.....	21
Gambar II-5 Perbedaan Resolusi Spasial.....	24
Gambar II-6 Pemanfaatan Komposit Warna Berdasarkan <i>Band</i> Landsat TM .....	25
Gambar II-7 Perbedaan Resolusi Radiometrik .....	26
Gambar III-1 Sampel Klorofil-a.....	43
Gambar III-2 Sampel Klorofil-a Siap Uji .....	44
Gambar III-3 Hasil Pembacaan Spektrofotometer .....	44
Gambar III-4 Diagram Alir Pengolahan .....	45
Gambar III-5 Metadata Citra Landsat 8 .....	47
Gambar III-6 <i>Band Math</i> Radian ToA .....	48
Gambar III-7 <i>Band Math</i> Reflektan ToA.....	48
Gambar III-8 Diagram Alir Koreksi Atmosfer FLAASH.....	49
Gambar III-9 <i>Radiometric Calibration</i> FLAASH <i>Setting</i> .....	50
Gambar III-10 Proses koreksi atmosfer FLAASH.....	50
Gambar III-11 Proses <i>Cropping</i> Citra.....	51
Gambar III-12 Transformasi Kelas BQA ke Bilangan Biner .....	52
Gambar III-13 Acuan Landsat <i>Collection 1 Level-1 Quality Assessment Band</i> ...	52
Gambar III-14 <i>Band Math</i> Proses <i>Masking</i> .....	53
Gambar III-15 Hasil Proses <i>Masking</i> Awan .....	54

Gambar III-16 <i>Band Math</i> PPPM .....	54
Gambar III-17 Hasil <i>Masking</i> Daratan Metode PPPM .....	55
Gambar III-18 Hasil Deliniasi.....	55
Gambar III-19 Algoritma Wouthuyzen, Wibowo, Pentury, Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi.....	56
Gambar III-20 <i>Band Math</i> Algoritma Wouthuyzen.....	57
Gambar III-21 Kenampakan Citra Tambak Tradisional Hasil Algoritma Wouthuyzen .....	57
Gambar III-22 <i>Band Math</i> Algoritma Wibowo .....	58
Gambar III-23 Kenampakan Citra Tambak Tradisional Hasil Algoritma Wibowo .....	58
Gambar III-24 <i>Band Math</i> Algoritma Pentury.....	59
Gambar III-25 Kenampakan Citra Tambak Tradisional Hasil Algoritma Pentury.....	59
Gambar III-26 <i>Band Math</i> Algoritma Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi .....	59
Gambar III-27 Kenampakan Citra Tambak Tradisional Hasil Algoritma Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi .....	60
Gambar III-28 <i>Band Math</i> Algoritma Wouthuyzen.....	60
Gambar III-29 Kenampakan Citra Tambak Intensif Hasil Algoritma Wouthuyzen .....	61
Gambar III-30 <i>Band Math</i> Algoritma Wibowo .....	61
Gambar III-31 Kenampakan Citra Tambak Intensif Hasil Algoritma Wibowo ...	61
Gambar III-32 <i>Band Math</i> Algoritma Pentury.....	62
Gambar III-33 Kenampakan Citra Tambak Intensif Hasil Algoritma Pentury.....	62
Gambar III-34 <i>Band Math</i> Algoritma Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi .....	63
Gambar III-35 Kenampakan Citra Tambak Intensif Hasil Algoritma Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi .....	63
Gambar III-36 Penyusunan Variabel Uji Normalitas.....	64
Gambar III-37 Pengisian Data Uji Normalitas.....	64

Gambar III-38 Pengisian Data Uji T Sampel Berpasangan .....	66
Gambar III-39 Pengisian Variabel Uji T Sampel Berpasangan .....	66
Gambar III-40 Proses Pengkelasan .....	67
Gambar III-41 Hasil Pengkelasan .....	67
Gambar III-42 Kenampakan Citra Hasil Klasifikasi Persebaran Konsentrasi Klorofil-a.....	68
Gambar IV-1 Hasil Koreksi Atmosfer Citra Tambak Tradisional.....	71
Gambar IV-2 Hasil Koreksi Atmosfer Citra Tambak Intensif.....	71
Gambar IV-3 Persebaran Titik Sampel di Kecamatan Sayung.....	73
Gambar IV-4 Persebaran Titik Sampel di Kecamatan Juwana.....	74
Gambar IV-5 Perbandingan Konsentrasi Klorofil-a Menggunakan Metode Pengindraan Jauh dan Uji Laboratorium di Tambak Tradisional .....	77
Gambar IV-6 Perbandingan Konsentrasi Klorofil-a Menggunakan Metode Pengindraan Jauh dan Uji Laboratorium di Tambak Tradisional Hasil Seleksi Data .....	78
Gambar IV-7 Perbandingan Konsentrasi Klorofil-a Menggunakan Metode Pengindraan Jauh dan Uji Laboratorium di Tambak Intenif.....	79
Gambar IV-8 Perbandingan Konsentrasi Klorofil-a Menggunakan Metode Pengindraan Jauh dan Uji Laboratorium di Tambak Intensif Hasil Seleksi Data .....	80
Gambar IV-9 Persebaran Konsentrasi Klorofil-a pada Tambak Tradisional.....	86
Gambar IV-10 Diagram Batang Persebaran Konsentrasi Klorofil-a pada Tambak Tradisional .....	87
Gambar IV-11 Persebaran Konsentrasi Klorofil-a pada Tambak Intensif.....	87
Gambar IV-12 Diagram Batang Persebaran Konsentrasi Klorofil-a pada Tambak Intensif .....	88



## **DAFTAR TABEL**

Tabel II-1 Penelitian Terdahulu .....	7
Tabel II-2 Data Luas Lahan dan RTP Kecamatan Sayung .....	9
Tabel II-3 Taksonomi Ikan Bandeng .....	11
Tabel II-4 Karakteristik Kanal Landsat 8.....	21
Tabel II-5 Kombinasi Kanal Landsat 8 .....	23
Tabel III-1 Data Penelitian.....	40
Tabel III-2 Hasil Uji Normalitas Algoritma Wouthuyzen Pada Tambak Tradisional .....	65
Tabel III-3 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Wouthuyzen Pada Tambak Tradisional .....	66
Tabel IV-1 Statistik Sebelum Dilakukan Koreksi Radiometik Pada Tambak Tradisional .....	69
Tabel IV-2 Statistik Setelah Dilakukan Koreksi Radiometik Pada Tambak Tradisional .....	69
Tabel IV-3 Statistik Sebelum Dilakukan Koreksi Radiometik Pada Tambak Intensif .....	70
Tabel IV-4 Statistik Sebelum Dilakukan Koreksi Radiometik Pada Tambak Intensif .....	70
Tabel IV-5 Koordinat sampel di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak.....	72
Tabel IV-6 Koordinat sampel di Kecamatan Juwana Kabupaten Pati.....	73
Tabel IV-7 Hasil Uji Lab Sampel Tambak Tradisional .....	74
Tabel IV-8 Hasil Uji Lab Sampel Tambak Intensif .....	75
Tabel IV-9 Konsentrasi Klorofil-a Tambak Tradisional Hasil Metode Pengindraan Jauh dan Uji Lab .....	75
Tabel IV-10 Konsentrasi Klorofil-a Tambak Intensif Hasil Metode Pengindraan Jauh dan Uji Lab .....	78
Tabel IV-11 Hasil Uji Normalitas Algoritma Wouthuyzen Pada Tambak Tradisional .....	80

Tabel IV-12 Hasil Uji Normalitas Algoritma Wibowo Pada Tambak Tradisional .....	80
Tabel IV-13 Hasil Uji Normalitas Algoritma Pentury Pada Tambak Tradisional	80
Tabel IV-14 Hasil Uji Normalitas Algoritma Much Jisin Arief Dan Lestari Laksmi Pada Tambak Tradisional.....	81
Tabel IV-15 Hasil Uji Normalitas Algoritma Wouthuyzen Pada Tambak Intensif	81
Tabel IV-16 Hasil Uji Normalitas Algoritma Wibowo Pada Tambak Intensif ....	82
Tabel IV-17 Hasil Uji Normalitas Algoritma Pentury Pada Tambak Intensif.....	82
Tabel IV-18 Hasil Uji Normalitas Algoritma Much Jisin Arief Dan Lestari Laksmi Pada Tambak Intensif.....	82
Tabel IV-19 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Wouthuyzen Pada Tambak Tradisional .....	83
Tabel IV-20 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Wibowo Pada Tambak Tradisional .....	83
Tabel IV-21 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Pentury Pada Tambak Tradisional .....	83
IV-22 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Much Jisin Arief Dan Lestari Laksmi Pada Tambak Tradisional.....	84
Tabel IV-23 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Wouthuyzen Pada Tambak Intensif .....	84
Tabel IV-24 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Wibowo Pada Tambak Intensif .....	84
Tabel IV-25 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Pentury Pada Tambak Intensif .....	85
Tabel IV-26 Hasil Uji T Sampel Berpasangan Algoritma Much Jisin Arief Dan Lestari Laksmi Pada Tambak Intensif .....	85
Tabel IV-27 Hasil Klasifikasi Konsentrasi Klorofil-a pada Tambak Tradisional Menggunakan Algoritma Pentury .....	88
Tabel IV-28 Hasil Klasifikasi Konsentrasi Klorofil-a pada Tambak Intensif Menggunakan Algoritma Pentury .....	89

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I LEMBAR ASISTENSI.....	L-1
LAMPIRAN II PERSEBARAN SAMPEL <i>IN SITU</i> .....	L-2
LAMPIRAN III HASIL UJI LABORATORIUM .....	L-3
LAMPIRAN IV PETA PERSEBARAN KONSENTRASI KLOROFIL-A .....	L-4
LAMPIRAN V HASIL WAWANCARA.....	L-5

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia tahun 2011, Indonesia merupakan produsen ikan terbesar di Asia Tenggara dengan nilai produksi sebesar 13,6 juta ton dan disusul oleh Vietnam dengan nilai produksi sebesar 5,15 juta ton. Tetapi, kesadaran masyarakat Indonesia akan pentingnya mengkonsumsi ikan masih rendah, yaitu sebesar 32,23 kg per kapita per tahun. Hasil survei sosial ekonomi yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia pada tahun 2014 menunjukkan kontribusi ikan sebagai sumber protein hanya sebesar 14 persen. Pemerintah Indonesia mengambil langkah strategis mulai dari merevitalisasi pasar ikan hingga meningkatkan produksi sampai 25,91 juta ton untuk memacu konsumsi ikan nasional. Pemerintah berasumsi dengan peningkatan produksi ikan dan dengan banyaknya produk ikan yang membanjiri pasar, sedikit banyak akan meningkatkan konsumsi ikan dari masyarakat.

Berkaitan dengan langkah pemerintah untuk meningkatkan nilai produksi ikan mencapai 25,91 juta ton, maka Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah membuat visi yaitu “Terwujudnya Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Sebagai Sumber Utama Penghidupan, Pendapatan dan Kesejahteraan yang Berkelanjutan”, maka ditetapkanlah beberapa wilayah seperti Kabupaten Banyumas, Kabupaten Semarang, Kabupaten Klaten, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Tegal, Kabupaten Demak, Kabupaten Pati, Kabupaten Cilacap, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Magelang, Kabupaten Brebes, Kabupaten Rembang, Kota Tegal dan Kota Pekalongan sebagai Kawasan Minapolitan dan Industrialisasi Perikanan Budidaya (Noegroho, 2013).

Minapolitan merupakan suatu model pembangunan yang menggunakan pendekatan kawasan dan pendekatan pengembangan wilayah berbasis keunggulan dengan pemanfaatan optimal sumber daya alam yang ada. Pendekatan kawasan

budidaya dibangun melalui penerapan azas kebersamaan ekonomi antar kegiatan perikanan budidaya dalam kelembagaan kelompok pembudidaya ikan, sehingga menghasilkan nilai tambah melalui pemanfaatan efisiensi teknologi saran produksi, proses budidaya, pengolahan dan pemasaran hasil dengan memperhatikan aspek kelestarian sumber daya alam lingkungan hidup (Noegroho, 2013).

Berdasarkan data dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah tahun 2010, budidaya perikanan tambak memiliki potensi paling besar baik dalam aspek rumah tangga perikanan (RTP), luas lahan dan hasil produksi. RTP tambak memiliki jumlah 26.578 unit dengan luas lahan mencapai 38.905,40 Ha dengan hasil produksi mencapai 84.807,40 ton. Pemilihan metode budidaya yang paling efektif antara metode tradisional dan metode intensif perlu dilakukan untuk mengoptimalkan potensi tambak dan mendukung kebijakan pemerintah mengenai peningkatan produksi ikan. Metode tradisional merupakan metode sederhana dimana petani tidak melakukan pemantauan kualitas air secara berkala dan tanpa adanya pemberian pakan secara intensif. Metode intensif merupakan metode dimana petani secara berkala melakukan pemantauan terhadap kualitas air tambak dan melakukan pemberian pakan secara intensif. Salah satu indikator efektifitas antara kedua metode budidaya tersebut dapat dilihat dari kandungan *fitoplankton* dalam air tambak. *Fitoplankton* mengandung klorofil-a di dalam tubuhnya dan merupakan pakan alami dari ikan.

Pengujian konsentrasi klorofil-a bisa dilaksanakan dengan metode konvensional (uji laboratorium), namun metode ini membutuhkan biaya yang relatif lebih mahal dan waktu yang relatif lebih lama. Oleh karena itu, peneliti memanfaatkan citra satelit untuk mengetahui konsentrasi klorofil-a. Citra satelit merupakan suatu gambaran permukaan bumi yang direkam dengan suatu sensor melalui wahana satelit, dengan menggunakan citra satelit ini peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian dengan judul studi perbandingan konsentrasi klorofil-a pada tambak bandeng tradisional dan tambak bandeng intensif menggunakan citra landsat 8.

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan masukan kepada para petani tambak mengenai metode budidaya yang lebih efisien dan diharapkan bisa membantu tercapainya visi dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah melalui pertimbangan metode budidaya yang lebih efisien.

## **I.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana algoritma untuk memperoleh nilai konsentrasi klorofil-a pada tambak menggunakan data landsat 8?
2. Algoritma apa yang relatif lebih baik digunakan dalam menentukan konsentrasi klorofil-a pada perairan dangkal (tambak)?
3. Bagaimana perbedaan konsentrasi klorofil-a antara tambak tradisional dan tambak intensif?

## **I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **I.3.1 Tujuan Penelitian**

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mencari algoritma untuk memperoleh nilai konsentrasi klorofil-a dari data landsat 8.
2. Memilih algoritma yang relatif lebih baik digunakan dalam menentukan konsentrasi klorofil-a pada perairan dangkal (tambak)
3. Membandingkan perbedaan konsentrasi klorofil-a antara tambak tradisional dan tambak intensif.

### **I.3.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Segi Keilmuan  
Mengetahui algoritma yang relatif lebih baik digunakan dalam menentukan konsentrasi klorofil-a pada perairan dangkal (tambak).
2. Segi Kerekayasaan  
Mengetahui perbedaan konsentrasi klorofil-a antara tambak tradisional dan tambak intensif.

## **I.4 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah dilakukan supaya penelitian tidak melebar dari topik utama dari permasalahan. Penelitian ini akan dibatasi pada hal – hal berikut :

1. Daerah yang menjadi objek penelitian adalah tambak tradisional di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dan tambak intensif di Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah.



Gambar I-1 Daerah Studi Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak  
(Sumber :Google Maps, 2018)



Gambar I-2 Daerah Studi Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati (Sumber :Google Maps, 2018)

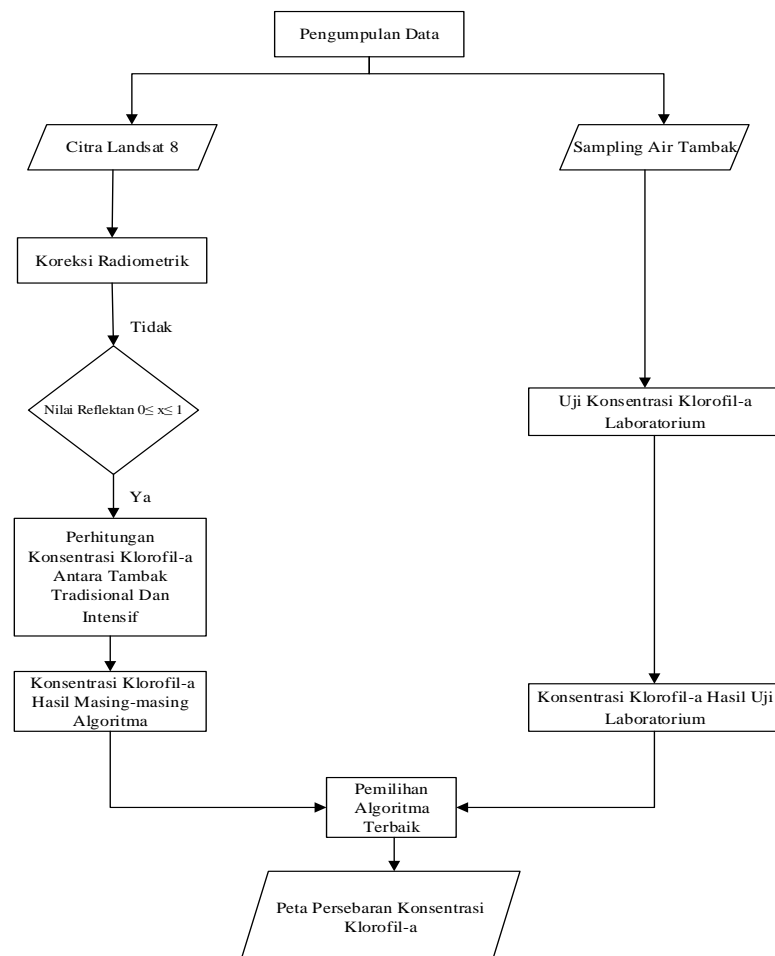
## 2. Alat dan Bahan :

### A. Alat :

- a. Laptop :TOSHIBA Satellite L840 Series  
Processor : Intel(R) Core(TM) i5-3210M CPU @ 2,5 GHz  
RAM : 4,00 GB  
Tipe Sistem : 64-bit *Operating System*
- b. *Software ENVI 5.2*
- c. *Software ArcGis 10.5*
- d. *Microsoft Word 2016*
- e. *Microsoft Excel 2016*
- f. *Zotero*
- g. SPSS
- h. Botol air mineral 1,5 liter 10 buah

- i. *Cooling Box*
  - j. Corong
- B. Bahan
- a. Citra Satelit Landsat 8 akuisisi tanggal 25 Oktober 2017 dan 3 November 2017.
  - b. Sampel air tambak bandeng tradisional sebanyak 10 sampel yang diambil tanggal 25 Oktober 2017 dan sampel air tambak bandeng intensif sebanyak 10 sampel yang diambil tanggal 3 November 2017.
3. Koreksi atmosfer yang digunakan adalah koreksi *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH).
  4. Algoritma yang digunakan adalah algoritma Wouthuyzen, Wibowo, Pentury, Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi

### I.5 Metodologi Penelitian



Gambar I-3 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Tahap awal penelitian adalah studi literatur, persiapan bahan dan data. Data citra Landsat 8 dilakukan koreksi radiometrik. Hasil koreksi radiometrik dilakukan *cropping, masking*, deliniasi selanjutnya dilakukan perhitungan konsentrasi klorofil-a dengan menggunakan *software ENVI*. Hasil perhitungan konsentrasi klorofil-a masing-masing algoritma kemudian dibandingkan dengan hasil uji laboratorium. Algoritma terbaik digunakan sebagai data pembuatan peta persebaran konsentrasi klorofil-a.

## **I.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika penulisan laporan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai tinjauan pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai langkah – langkah penelitian, mulai dari persiapan data lalu pengolahan data hingga hasil akhir dari olahan data.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas mengenai hasil dan pembahasan perbedaan konsentrasi klorofil-a antara tambak bandeng tradisional dan tambak bandeng intensif dari pengolahan citra dan uji laboratorium.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang penulis dapatkan dari penelitian ini serta saran dari penulis agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik dari penelitian ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai deteksi klorofil menggunakan pengindraan jauh telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Penelitian–penelitian terdahulu ini menjadi referensi penulis untuk mengerjakan penelitian. Ringkasan penelitian terdahulu tersebut dapat dilihat pada Tabel II-1.

Tabel II-1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis (Tahun)	Metode
1	Akurasi Nilai Konsentrasi Klorofil-a Dan Suhu Permukaan Laut Menggunakan Data Pengindraan Jauh di Perairan Pulau Alanngantang Taman Nasional Sembilang	Astrijaya Sidik, Andi Agussalim, Moh. Rasyid Ridho (2015)	Persebaran klorofil dilakukan dengan algoritma Neriya dkk. Suhu permukaan didapatkan dari nilai DN yang diubah menjadi nilai reflektan. Nilai reflektan dimasukkan ke dalam persamaan untuk mendapatkan nilai suhu permukaan.
2	Analisa Persebaran Klorofil-a Menggunakan Citra Meris dan Citra Aqua Modis (Studi Kasus : Perairan Pantai Banyuwangi)	Muhammad Taufik, Nico Wiliyanto (2016)	Perhitungan konsentrasi klorofil-a citra Aqua Modis menggunakan metode ATBD-19. Perhitungan konsentrasi klorofil-a citra Envisat Meris menggunakan algoritma C2WP.
3	Analisis Kesesuaian Perairan Tambak Di Kabupaten Demak Ditinjau Dari Nilai Klorofil-a, Suhu Permukaan Perairan, Dan Muatan Padat Tersuspensi Menggunakan Citra Satelit Landsat 7 ETM+	Muchjisin Arief, Lestari Laksmi W (2006)	Parameter klorofil-a, suhu permukaan perairan dan muatan padat tersuspensi di-overlay kemudian disajikan informasi kesesuaian perairan tambak di Kabupaten Demak dengan mengklasifikasikan menjadi lima kelas.

Lanjutan Tabel II-1 Penelitian Terdahulu

4	Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Estimasi Kandungan Klorofil-a Menggunakan Citra Landsat 8	Lilik Kristianingsih (2016)	Estimasi kandungan klorofil-a dilakukan dengan algoritma Wouthuyzen, Wibowo, Pentury, Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi, dimana citra sebelumnya juga dilakukan koreksi atmosfer dengan metode DOS, FLAASH dan 6SV.
---	---	-----------------------------	---

Penelitian oleh Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi melakukan klasifikasi kesesuaian perairan Demak dengan mempertimbangkan konsentrasi klorofil-a, suhu permukaan perairan, dan muatan padat tersuspensi menggunakan citra Landsat 7 ETM+ dan penelitian Lilik Kristianingsih menganalisis pengaruh koreksi atmosfer terhadap estimasi kandungan klorofil-a di Kecamatan Wedung, Kabupaten Demak menggunakan citra Landsat 8 memiliki hubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Hubungan dengan penelitian yang akan dilakukan berkaitan dengan algoritma dan data yang digunakan. Algoritma yang digunakan adalah algoritma Wouthuyzen, Wibowo, Pentury Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi, sedangkan data yang digunakan adalah citra Landsat. Berbeda dengan dua penelitian sebelumnya yang fokus di perairan dalam, penelitian ini lebih fokus dalam perairan dangkal (tambak).

## II.2 Gambaran Umum Daerah Penelitian

### II.2.1 Kabupaten Demak

Kabupaten Demak adalah salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang terdiri dari 14 kecamatan, 6 kelurahan dan 245 desa dengan luas wilayah 900,12 km<sup>2</sup> dan jumlah penduduk sebanyak 1.183.499 jiwa. Batas wilayah bagian utara Kabupaten Demak adalah Kabupaten Jepara dan Laut Jawa. Batas wilayah bagian selatan Kabupaten Demak adalah Kabupaten Grobogan dan Kota Semarang. Batas wilayah Kabupaten Demak bagian timur adalah Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Kudus. Batas wilayah Kabupaten Demak bagian barat adalah Kota Semarang (Kemendagri, 2016).

Kabupaten Demak memiliki pantai sepanjang 34,1 km yang terbentang dari Kecamatan Sayung sampai dengan Kecamatan Wedung. Total luasan area tambak di Kabupaten Demak pada tahun 2011 sebesar 7.946,97 Ha dengan pembudidaya sebanyak 4.040 orang. Produksi tambak di Kabupaten Demak pada tahun 2011 tercatat 6.589 ton untuk ikan bandeng, 61,4 ton untuk udang windu dan 304,7 ton untuk udang vanname (Noegroho, 2013).

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak sebagai sampel tambak tradisional. Kecamatan Sayung sendiri terbagi menjadi dua puluh desa, yaitu Desa Banjarsari, Desa Bedono, Desa Bulusari, Desa Dombo, Desa Gemulak, Desa Jetaksari, Desa Kalisari, Desa Karangasem, Desa Loireng, Desa Perampelan, Desa Pilangsari, Desa Purwosari, Desa Sayung, Desa Sidogemah, Desa Sidorejo, Desa Sriwulan, Desa Surodadi, Desa Tambakroto, Desa Timbulsoko, Desa Tugu. Dari dua puluh desa tersebut, terdapat tujuh desa yang memiliki potensi budidaya tambak, yaitu Desa Gemulak, Desa Tugu, Desa Surodadi, Desa Timbulsoko, Desa Sidogemah, Desa Banjarsari, Desa Sidorejo dengan luasan tambak dan RTP masing-masing desa dapat dilihat pada Tabel II-2.

Tabel II-2 Data Luas Lahan dan RTP Kecamatan Sayung (Noegroho, 2013)

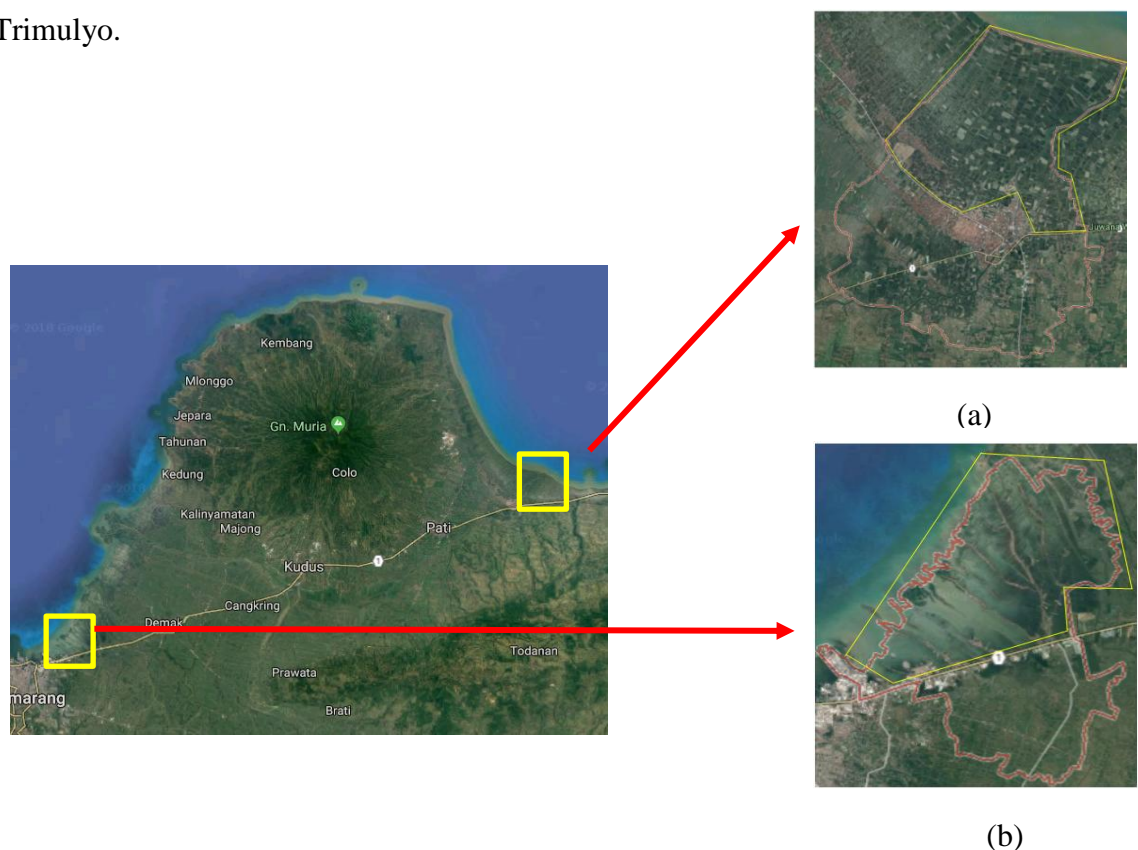
Desa	Luas (Ha)	RTP (unit)
Gemulak	171	1086
Tugu	70	103
Surodadi	487	788
Timbulsoko	153	219
Sidogemah	78	74
Banjarsari	144	200
Sidorejo	167	250

## II.2.2 Kabupaten Pati

Kabupaten Pati adalah salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang terdiri dari 21 kecamatan, 5 kelurahan dan 401 desa dengan luas wilayah 1.489,19 km<sup>2</sup> dan jumlah penduduk sebanyak 1.420.292 jiwa. Batas wilayah bagian utara Kabupaten Pati adalah Laut Jawa. Batas wilayah bagian selatan Kabupaten Pati adalah Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Blora. Batas wilayah Kabupaten Pati bagian timur adalah Kabupaten Rembang. Batas wilayah Kabupaten Pati bagian barat adalah Kabupaten Kudus dan Kabupaten Jepara (Kemendagri, 2016).

Kabupaten Pati memiliki garis pantai sepanjang  $\pm 60$  km, yang terbentang dari Kecamatan Batangan di sebelah timur sampai dengan Kecamatan Dukuhseti yang berbatasan dengan Kabupaten Jepara di sebelah barat. Kabupaten Pati mempunyai lahan tambak seluas 10.604,52 Ha. Produksi tambak di Kabupaten Pati pada tahun 2011 tercatat 21.836,6 ton untuk ikan bandeng dan 1.517,5 ton untuk udang (Noegroho, 2013).

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Juwana Kabupaten Pati sebagai sampel tambak intensif. Kecamatan Juwana terdiri dari dua puluh sembilan desa, yaitu Desa Agungmulyo, Desa Bajomulyo, Desa Bakaran kulon, Desa Bakaran wetan, Desa Bendar, Desa Bringin, Desa Bumirejo, Desa Doropayung, Desa Dukutalit, Desa Gadingrejo, Desa Genengmulyo, Desa Growong kidul, Desa Growong lor, Desa Jepuro, Desa Karang, Desa Karangrejo, Desa Kauman, Desa Kebonsawahan, Desa Kedungpancing, Desa Ketip, Desa Kudukeras, Desa Langgenharjo, Desa Mintomulyo, Desa Pajeksan, Desa Pekuwon, Desa Sejomulyo, Desa Tluwah, Desa Trimulyo.



Gambar II-1 Lokasi Penelitian (a) Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati (b) Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak

### II.3 Ikan Bandeng

Ikan bandeng dalam bahasa latin adalah *Chanos chanos*, bahasa Inggris *Milkfish*, dan dalam bahasa Bugis Makassar Bale Bolu, pertama kali ditemukan oleh seseorang yang bernama Dane Forsskal pada Tahun 1925 di laut merah. Menurut (Sudrajat, 2008) taksonomi dan klasifikasi ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel II-3.

Tabel II-3 Taksonomi Ikan Bandeng (Sudrajat, 2008)

<i>Kingdom</i>	<i>Animalia</i>
<i>Phylum</i>	<i>Chordata</i>
<i>Subphylum</i>	<i>Vertebrata</i>
<i>Class</i>	<i>Osteichthyes</i>
<i>Ordo</i>	<i>Gonorynchiformes</i>
<i>Family</i>	<i>Chanidae</i>
<i>Genus</i>	<i>Chanos</i>
<i>Spesies</i>	<i>Chanos chanos</i>
Nama dagang	<i>Milkfish</i>
Nama lokal	Bolu, muloh, ikan agam

Ikan bandeng memiliki tubuh yang panjang, ramping, padat, pipih, dan oval menyerupai torpedo. Perbandingan tinggi dengan panjang total sekitar 1 : (4,0-5,2). Sementara itu, perbandingan panjang kepala dengan panjang total adalah 1 : (5,2-5,5) (Sudrajat, 2008). Ukuran kepala seimbang dengan ukuran tubuhnya, berbentuk lonjong dan tidak bersisik. Bagian depan kepala (mendekati mulut) semakin runcing (Purnomowati, 2007).

Sirip dada ikan bandeng terbentuk dari lapisan semacam lilin, berbentuk segitiga, terletak di belakang insang di samping perut. Sirip punggung pada ikan bandeng terbentuk dari kulit yang berlapis dan licin, terletak jauh di belakang tutup insang dan berbentuk segiempat. Sirip punggung tersusun dari tulang sebanyak 14 batang. Sirip ini terletak persis pada puncak punggung dan berfungsi untuk mengendalikan diri ketika berenang. Sirip perut terletak pada bagian bawah tubuh dan sirip anus terletak di bagian depan anus. Bagian paling belakang tubuh ikan bandeng terdapat sirip ekor berukuran paling besar dibandingkan sirip-sirip lain.

Sirip ekor ikan bandeng berbentuk runcing, semakin ke pangkal ekor semakin lebar dan membentuk sebuah gunting terbuka. Sirip ekor ini berfungsi sebagai kemudi laju tubuh ikan bandeng ketika bergerak (Purnomowati, 2007).

Ikan bandeng termasuk jenis ikan eurihalin, sehingga ikan bandeng dapat dijumpai di daerah air tawar, air payau, dan air laut. Selama masa perkembangannya, ikan bandeng menyukai hidup di air payau atau daerah muara sungai. Ikan bandeng yang sudah mencapai usia dewasa akan kembali ke laut untuk berkembang biak (Purnomowati, 2007). Pertumbuhan ikan bandeng relatif cepat, yaitu 1,1-1,7 % bobot badan/hari (Sudrajat, 2008), dan bisa mencapai berat rata-rata 0,60 kg pada usia 5-6 bulan jika dipelihara dalam tambak.

Ikan bandeng mempunyai kebiasaan makan pada siang hari dan mengambil makanan dari lapisan atas dasar laut berupa tumbuhan mikroskopis seperti: plankton, udang renik, jasad renik, dan tanaman multiseluler lainnya. Makanan ikan bandeng disesuaikan dengan ukuran mulutnya (Purnomowati, 2007).

## **II.4 Tambak**

Tambak adalah lahan yang digunakan untuk melakukan pemeliharaan ikan, udang fauna atau biota lainnya. Terletak tidak jauh dari laut dan air asin atau payau, merupakan campuran antara air laut dan air tawar. Penggunaan tambak untuk pemeliharaan udang maupun bandeng sudah sejak lama dilakukan. Keberhasilan dalam bidang ini meningkatkan devisa negara. (Herawati, 2008)

Keberhasilan usaha budidaya di tambak sangat dipengaruhi oleh ketersediaan lahan tambak yang memenuhi persyaratan baik fisik, kimia, maupun biologis (Frianto dan Liviawaty dalam Herawati, 2008). Selain itu, terdapat 4 aspek utama yang perlu diperhatikan sebagai kriteria dalam penentuan lokasi adalah:

1. Aspek ekologis yang meliputi iklim, pasang surut, arus air, kuantitas dan kualitas air itu sendiri yang meliputi kadar oksigen terlarut (DO), pH, salinitas, suhu, kecerahan dan nutrient.
2. Aspek tanah menjelaskan bahwa tanah tambak umumnya terdiri dari hasil endapan sehingga kesuburannya sangat ditentukan oleh jenis dan material yang diendapkannya. Parameter yang dapat dijadikan indikator dalam menentukan kualitas tanah adalah topografi, tekstur tanah, pH tanah, unsur hara dan kandungan bahan organik.

3. Aspek biologis, meliputi sumber benih, sifat organisme - organisme lain, serta vegetasi dan kelestarian lingkungan.
4. Aspek sosial ekonomis, meliputi status lahan, penjualan, transportasi, tenaga kerja, ketersediaan alat, ketersediaan pasar, kondisi masyarakat dan dukungan pemerintah (Herawati, 2008).

A. Budidaya Tradisional/ Ekstensif

Menurut Gusrina (2013), budidaya tambak tradisional memiliki ciri-ciri proses budidaya sebagai berikut:

1. Memanfaatkan pakan alami yang ada di kolam tersebut, tanpa ada penambahan pakan buatan sama sekali. Ikan di tebar di kolam alami (kolam tanah) dan dibiarkan begitu saja hingga ikan tersebut siap dipanen.
2. Kolam yang digunakan adalah kolam tanah yaitu kolam yang keseluruhan bagian kolamnya terbuat dari tanah. Pembudidaya ikan melakukan budidaya dengan kondisi dasar kolam dan dinding pematangnya berupa tanah.
3. Biaya produksi yang diperlukan untuk budidaya dengan sistem tradisional ini tidak tinggi, karena pembudidaya hanya memerlukan biaya awal untuk membeli benih ikan (jika langsung dibudidayakan) atau hanya membeli indukan ikan yang langsung disebar dan dibiarkan memijah secara alami dengan sendirinya (tanpa campur tangan manusia/perlakuan/teknologi tertentu).
4. Budidaya ini memiliki banyak kelemahan, dimana hasil panen sedikit (kurang optimal) dengan kemungkinan tingkat kematian yang tinggi.
5. Pengelolaan usaha budidaya perairan sistem tradisional sangat sederhana, dan padat penebaran yang rendah. Petani menangkap berbagai jenis ikan di perairan umum (sungai, danau, waduk, atau rawa-rawa), kemudian dipelihara di berbagai wadah pembesaran (kolam, karamba, sangkar, dan lain-lain).
6. Biota yang ditebar terdiri atas berbagai jenis dan padat penebaran yang rendah. Pertumbuhan ikan bergantung pada kesuburan perairan. Sewaktu-waktu petani memberi makanan tambahan berupa sisa-sisa dapur pada ikan peliharannya.
7. Pengolahan tanah, seperti pembajakan, pengapuran, dan pemupukan dilakukan sebelum penebaran benih untuk meningkatkan jumlah pakan alami.



8. Tidak ada kegiatan lain yang dilakukan oleh pembudidaya setelah menebar atau memasukkan benih ke dalam wadah pemeliharaan. Kenampakan tambak tradisional dapat dilihat pada Gambar II-2.



Gambar II-2 Tambak Tradisional (Gusrina, 2008)

B. Budidaya Intensif

Menurut Gusrina (2008), budidaya tambak intensif memiliki ciri-ciri proses budidaya sebagai berikut:

1. Wadah budidaya untuk penerapan sistem budidaya intensif ialah kolam air mengalir, kolam air deras, kolam bulat, tambak, keramba, sangkar, dan KJA.
2. Tambak intensif menghasilkan limbah yang “luar biasa” berasal dari pakan. Kebutuhan pakan buatan bisa mencapai 60% dari alokasi biaya operasional tambak intensif.
3. Pakan yang sebagian besar berupa bahan organik (terutama organik C dan N) akan membanjiri tambak dengan bahan organik berupa senyawa nitrogen sebesar 93%.
4. Limbah dari sisa pakan dan feses biota budidaya, baik yang terakumulasi di dasar perairan maupun larut dalam air, dapat menimbulkan pencemaran serta berdampak buruk terhadap ekosistem tersebut. Biasanya kolam yang digunakan untuk budidaya ikan sistem intensif adalah kolam yang

keseluruhan bagian kolam terdiri dari tembok (Gusrina, 2008). Kenampakan tambak intensif dapat dilihat pada Gambar II -3.



Gambar II-3 Kolam Intensif (Gusrina, 2008)

## II.5 Klorofil

Istilah klorofil berasal dari bahasa Yunani yaitu *Chloros* artinya hijau dan *phyllos* artinya daun. Klorofil diperkenalkan oleh Hans Fischer pada tahun 1818, dimana pigmen tersebut diekstrak dari tumbuhan dengan menggunakan pelarut organik (Tadjudda, 2005).

Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Klorofil merupakan senyawa yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah tenaga cahaya menjadi tenaga kimia. Fungsi utama dari klorofil dalam proses fotosintesis yaitu memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO<sub>2</sub> menjadi karbohidrat dan menyediakan dasar energetik bagi ekosistem secara keseluruhan. Karbohidrat hasil fotosintesis diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat dan molekul organik lainnya (Tadjudda, 2005).

Klorofil menyerap cahaya berupa radiasi elektromagnetik pada spektrum kasat mata (visible). Cahaya matahari mengandung semua warna spektrum kasat mata dari merah sampai violet, tetapi seluruh panjang gelombang unurnya tidak diserap dengan baik secara merata oleh klorofil. Klorofil dapat menampung energi cahaya yang diserap oleh pigmen cahaya atau pigmen lainnya melalui fotosintesis,

sehingga klorofil disebut sebagai pigmen pusat reaksi fotosintesis (Tadjudda, 2005).

Menurut Tadjudda (2005), macam-macam klorofil adalah sebagai berikut :

1. klorofil - a: menghasilkan warna hijau biru
2. klorofil - b: menghasilkan warna hijau kekuningan
3. klorofil - c: menghasilkan warna hijau coklat
4. klorofil - d: menghasilkan warna hijau merah

A. Klorofil - a

Klorofil - a adalah suatu senyawa kompleks antara magnesium dengan *porfirin* yang mengandung cincin *siklopentanon* (cincin V). Keempat atom nitrogennya dihubungkan secara ikatan. Koordinasi dengan ion  $Mg^{2+}$  membentuk senyawa kompleks planar yang mantap. Rantai sampingnya yang bersifat *hidrofob* adalah suatu *terpenoid* alkohol dan *fitol* yang dihubungkan secara ikatan ester dengan gugus *propionat* dari cincin IV. Klorofil-a merupakan salah satu bentuk klorofil yang terdapat pada semua organisme autotrof. Organisme autotrof adalah organisme yang mampu mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik dengan bantuan energi seperti energi sinar matahari dan kimia. Menurut Sutrisyani (2006) konsentrasi klorofil-a dapat dihitung berdasarkan rumus II-1.

$$Klo-a \text{ mg/m}^3 = ((11,05 \times E_{664}) - (1,54 \times E_{647}) - (0,08 \times E_{630})) \times V_e / V_s \times D \dots \dots (II-1)$$

Keterangan:

E<sub>664</sub> : Absorbansi 664 nm- absorbansi 750 nm

E<sub>647</sub> : Absorbansi 647 nm- absorbansi 750 nm

E<sub>630</sub> : Absorbansi 630 nm- absorbansi 750 nm

V<sub>e</sub> : Volume ekstrak aseton (10 ml)

V<sub>s</sub> : Volume contoh air yang disaring (100 L)

D : Lebar diameter kuvet (1 cm)

B. Klorofil - b

Klorofil - b adalah klorofil kedua yang terdapat pada tumbuhan hijau. Klorofil - b juga terikat pada protein didalam sel. Klorofil - b terdapat pada ganggang hijau *chlorophyta* dan tumbuhan darat.

Klorofil - a dan klorofil - b paling kuat menyerap cahaya bagian merah dan ungu spektrum cahaya hijau yang paling sedikit diserap maka apabila cahaya putih

menyinari struktur-struktur yang mengandung klorofil seperti misalnya daun maka sinar hijau akan dikirimkan dan dipantulkan sehingga strukturnya tampak berwarna hijau. Karoten termasuk ke dalam kromoplas yaitu plastida yang berwarna dan mengandung pigmen selain klorofil.

C. Klorofil c

Klorofil - c terdapat pada ganggang coklat *phaeophyta* serta *diatome bacillariophyta*.

D. Klorofil - d

Klorofil - d terdapat pada ganggang merah *rhodophyta*.

## II.6 *Fitoplankton*

*Fitoplankton* adalah sekelompok dari biota tumbuh-tumbuhan autotrof, mempunyai klorofil dan pigmen lainnya di dalam selnya dan mampu untuk menyerap energi radiasi dan CO<sub>2</sub> untuk melakukan fotosintesis. Biota tersebut mampu mensintesis bahan-bahan anorganik untuk dirubah menjadi bahan organik (yang terpenting yaitu karbohidrat) (Adnam dalam Hanggar, 2012)

*Fitoplankton* dicirikan dengan pigmen yang berkaitan dengan proses fotosintesa. Proses fotosintesa yang dilakukan oleh alga berkaitan dengan klorofil-a (kecuali pada alga hijau biru), dimana pigmen tersebut merupakan sel organ kloroplas. Pigmen yang terdapat dalam kloroplas tersebut digunakan sebagai kriteria untuk mengelompokkan alga ke dalam kelas (Adnam dalam Hanggar, 2012).

Menurut Hanggar (2012) *Fitoplankton* hanya terdiri dari beberapa divisi saja, sebagian besar diantaranya bersel satu dan bersifat mikroskopik. *Fitoplankton* terbagi menjadi beberapa divisi yaitu : *cyanophyta* (alga hijau biru), *chlorophyta* (alga hijau), *chrysophyta* (alga kuning), *pyrrophyta* (dinoflagellata), *euglenophyta*, *phaeophyta* (alga coklat), *rhodhophyta* (alga merah).

## II.7 *Sampling*

Menurut Sugiyono (2007), *Nonprobability Sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang atau kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Teknik *Nonprobability Sampling* ini meliputi *Sampling Sistematis*, *Sampling Kuota*, *Sampling Insidental*, *Purposive Sampling*, *Sampling Jenuh*, *Snowball Sampling*.

1. *Sampling* Sistematis adalah teknik pengambilan sampel berdasarkan urutan dari anggota populasi yang telah diberi nomor urut.
2. *Sampling* Kuota adalah teknik untuk menentukan sampel dari populasi yang mempunyai ciri-ciri tertentu sampai jumlah kuota yang diinginkan.
3. *Sampling* Insidental adalah teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan atau insidental bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, bila dipandang orang yang kebetulan ditemui itu cocok sebagai sumber data.
4. *Purposive Sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu.
5. *Sampling* Jenuh (Sensus) adalah teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel. Hal ini sering dilakukan bila jumlah populasi relatif kecil, kurang dari 30 orang, atau penelitian yang ingin membuat generalisasi dengan kesalahan yang sangat kecil.
6. *Snowball Sampling* adalah teknik penentuan sampel yang mula-mula jumlahnya kecil, kemudian membesar. Proses penentuan sampel, pertama-tama dipilih satu atau dua orang sampel, tetapi karena dengan dua orang sampel ini belum merasa lengkap terhadap data yang diberikan, maka peneliti mencari orang lain yang dipandang lebih tahu dan dapat melengkapi data yang diberikan oleh dua orang sampel sebelumnya. Pada penelitian kualitatif banyak menggunakan sampel *Purposive* dan *Snowball*.

Teknik Pengambilan Sampel *Probability Sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang memberi peluang atau kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Menurut Sugiyono (2007) ada empat macam teknik pengambilan sampel yang termasuk dalam teknik pengambilan sampel dengan *Probability Sampling*. Keempat teknik tersebut, yaitu cara acak, stratifikasi, klaster, dan sistematis dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. *Sampling* Acak ada beberapa nama untuk menyebutkan teknik pemilihan *sampling* ini. Nama tersebut termasuk di antaranya *random sampling* atau teknik acak. Pada teknik acak ini, secara teoretis semua anggota dalam populasi mempunyai probabilitas atau kesempatan yang sama untuk dipilih menjadi sampel.

2. Teknik Stratifikasi, dalam penelitian pendidikan maupun penelitian sosial lainnya, sering kali ditemui kondisi populasi yang ada terdiri dari beberapa lapisan atau kelompok individual dengan karakteristik berbeda. Keadaan populasi yang demikian akan tidak tepat dan tidak terwakili jika digunakan teknik acak, karena hasilnya mungkin satu kelompok terlalu banyak yang terpilih sebagai sampel, sebaliknya kelompok lain tidak terwakili karena tidak muncul dalam proses pemilihan. Teknik yang paling tepat dan mempunyai akurasi tinggi adalah teknik *sampling* dengan cara stratifikasi. Teknik stratifikasi ini harus digunakan sejak awal, ketika peneliti mengetahui bahwa kondisi populasi terdiri atas beberapa anggota yang memiliki stratifikasi atau lapisan yang berbeda antara satu dengan lainnya. Ketepatan teknik stratifikasi juga lebih dapat ditingkatkan dengan menggunakan proporsional besar kecilnya anggota lapisan dari populasi ditentukan oleh besar kecilnya jumlah anggota populasi dalam lapisan yang ada.
3. Teknik Klaster merupakan teknik memilih sampel lainnya dengan menggunakan prinsip probabilitas. Teknik ini mempunyai sedikit perbedaan jika dibandingkan dengan kedua teknik yang telah dibahas di atas. Teknik klaster atau *Cluster Sampling* ini memilih sampel bukan didasarkan pada individual, tetapi lebih didasarkan pada kelompok, daerah, atau kelompok subjek yang secara alami berkumpul bersama. Teknik klaster sering digunakan oleh para peneliti di lapangan yang wilayahnya mungkin luas. Penggunaan teknik klaster dapat menghemat biaya dan tenaga dalam menemui responden yang menjadi subjek atau objek penelitian.
4. Teknik *Sampling Sistematis* menggunakan prinsip proporsional. Caranya ialah dengan menentukan pilihan sampel pada setiap  $1/k$ , di mana  $k$  adalah suatu angka pembagi yang telah ditentukan misalnya 5,6 atau 10. Syarat yang perlu diperhatikan oleh para peneliti adalah adanya daftar atau list semua anggota populasi penelitian.

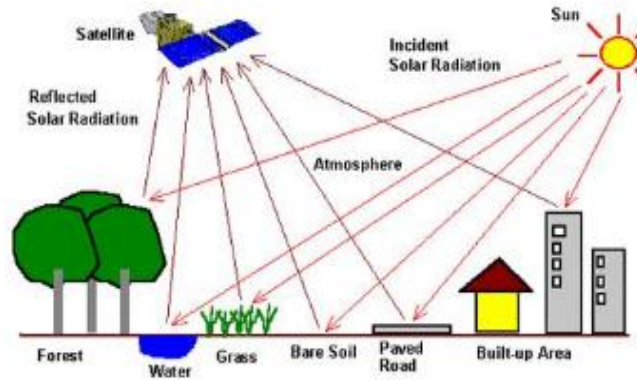
## II.8 Pengindraan Jauh

Pengindraan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau

fenomena yang diakaji. Pengumpulan data pengindraan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindra disebut sensor. Sensor pengumpul data pengindraan jauh umumnya dipasang dalam suatu platform yang berupa pesawat terbang atau satelit. Data pengindraan jauh berupa citra (*imagery*). Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah atau fenomena yang diteliti. Proses penerjemahan data pengindraan jauh menjadi informasi disebut interpretasi data. Interpretasi citra digital adalah interpretasi yang dilakukan secara digital (*Digital Image Interpretation*) (Putra, 2011).

Konsep dasar pengindraan jauh terdiri dari beberapa elemen meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek, sensor dan sistem pengolahan data. Seluruh sistem pengindraan jauh memerlukan sumber energi baik aktif (misalnya, sistem pengindraan jauh radar) maupun pasif (misalnya, sistem pengindraan jauh satelit secara optik). Spektrum elektromagnetik merupakan berkas dari tenaga elektromagnetik yang meliputi sinar gamma, x, ultraviolet, tampak, inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio. Spektrum elektromagnetik yang biasa digunakan dalam pengindraan jauh adalah sebagian dari spektrum ultraviolet (0,3 - 3,4  $\mu\text{m}$ ), spektrum tampak (0,4 – 0,7  $\mu\text{m}$ ), spektrum inframerah dekat (0,7 -1,3  $\mu\text{m}$ ), spektrum inframerah thermal (3 – 18  $\mu\text{m}$ ), dan gelombang mikro (1mm - 1m) (Putra, 2011).

Interaksi tenaga dengan objek sesuai dengan asas kekekalan tenaga. Terdapat tiga interaksi, yaitu dipantulkan, diserap, dan ditransmisikan/diteruskan. Besarnya tenaga yang dipantulkan, diserap, ditransmisikan akan berbeda pada tiap penutupan lahan. Hal ini mengandung pengertian bahwa apabila nilai tenaga yang dipantulkan pada suatu tempat sama dengan tempat lain maka dapat disimpulkan tempat tersebut memiliki karakteristik penutupan lahan yang sama (Putra, 2011). Konsep dari Pengindraan jauh dapat dilihat pada Gambar II-4.



Gambar II-4 Sistem Pengindraan Jauh (Lillesand dan Kiefer dalam Sriani, 2011)

## II.9 Landsat 8

Tanggal 11 Februari 2013, NASA meluncurkan satelit *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM). Satelit ini mulai menyediakan produk citra *open access* sejak tanggal 30 Mei 2013 yang menandai perkembangan baru dunia antariksa. NASA kemudian menyerahkan satelit LDCM kepada USGS sebagai pengguna data, terhitung sejak 30 Mei 2013. Satelit ini lebih dikenal sebagai Landsat 8. Pengelolaan arsip data citra masih ditangani oleh *Earth Resources Observation and Science* (EROS) Center. Landsat 8 hanya memerlukan waktu 99 menit untuk mengorbit bumi dan melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Resolusi temporal tidak berbeda dengan Landsat versi sebelumnya (Sitanggang, 2010). Kanal Landsat 8 dapat dilihat pada Tabel II-4.

Tabel II-4 Karakteristik Kanal Landsat 8 (USGS, 2013)

Band	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi (m)
1 (Aerosol)	0,43 – 0,45	30
2 (Biru)	0,45 - 0,51	30
3 (Hijau)	0,53 – 0,59	30
4 (Merah)	0,64 – 0,67	30
5 (NIR)	0,85 – 0,88	30
6 (SWIR 1)	1,57 – 1,65	30



Lanjutan Tabel II-4 Karakteristik Kanal Landsat 8 (USGS, 2013)

Band	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi (m)
7 (SWIR 2)	2,11 – 2,29	30
8 (Pankromatik)	0,50 – 0,68	15
9 (Sirus)	1,36 – 1,68	30
10 (TIRS 1)	10,60 – 11,19	100
11 (TIRS 2)	11,5 – 12,51	100

Data pada citra Landsat memiliki level produk yang berbeda sesuai dengan kebutuhan pengguna, berikut penjelasan level produk citra Landsat 8 menurut (USGS, 2018)

1. Level 0 (L0), berupa data citra yang telah dihilangkan pemformatan dan transmisi datanya. Produk dari L0 adalah data citra digital yang memuat informasi waktu, spasial, dan saluran *multispektral* yang telah diurutkan secara spektral.
2. Level 1 *Radiometric* (L1R), produk ini terdiri dari citra yang telah terkoreksi radiometrik hasil pengolahan dari data L0 yang telah diskalakan ke dalam nilai spektral radian atau reflektan.
3. Level 1 *Systematic* (L1G), produk ini terdiri dari data L1R yang telah dilakukan koreksi geometrik secara sistematis dan diproyeksikan ke sistem referensi *World Geodetic System 1984* (WGS 84), G873 atau referensi lain yang ada.
4. Level 1 Gt (L1Gt), berupa data citra L1R terkoreksi geometrik dengan perlakuan yang sama terhadap data L1G. Data L1Gt memberikan informasi posisi atau posisi *efemeris definitif*. Data L1Gt dibuat menggunakan masukan dari *Digital Elevation Models* dan data efemeris.
5. Level 1 *Terrain* (L1T), berupa data citra L1R yang telah dilakukan koreksi geometrik menggunakan titik kontrol tanah, DEM dan data efemeris. Data L1T merupakan produk level tertinggi dari landsat 8.

Produk data satelit Landsat 8 konsisten dengan standar level 1 atau telah terkoreksi geometrik, dengan spesifikasi data sebagai berikut (USGS, 2015).

1. Ukuran Piksel :
  - A. Kanal *Multispektral* OLI 1-7 dan 9 resolusi 30 m
  - B. Kanal *Pankromatik* OLI 8 resolusi 15 m
  - C. Kanal TIRS 10-11 resolusi 100 meter
2. Karakteristik Data :
  - A. Format data GeoTIFF
  - B. Orientasi arah utara (MAP)
  - C. Proyeksi peta UTM
  - D. Datum WGS 84
  - E. *Circular error* 12 m, tingkat kepercayaan 90% untuk *band* OLI
  - F. *Circular error* 41 m, tingkat kepercayaan 90% untuk *band* TIRS
  - G. Nilai piksel 16 bit
3. Pengiriman Data : tar.gz dat dikompresi melalui HTTP
4. Ukuran Data : 1GB (terkompresi) dan sekitar 2 GB (sebelum dikompresi)

Menurut Jaelani (2015), beberapa kombinasi kanal Landsat 8 dapat dimanfaatkan sesuai dengan tujuan kegunaan seperti pada Tabel II-5.

Tabel II-5 Kombinasi Kanal Landsat 8 (Jaelani, 2015)

Kegunaan	Kombinasi Kanal
<i>Natural Color</i>	4 3 2
<i>False Color (urban)</i>	7 6 4
<i>Color Infrared (vegetation)</i>	5 4 3
<i>Agriculture</i>	6 5 2
<i>Atmospheric Penetration</i>	7 6 5
<i>Healthy Vegetation</i>	5 6 2
<i>Land/Water</i>	5 6 4
<i>Natural With Atmospheric Removal</i>	7 5 3
<i>Vegetation Analysis</i>	6 5 4

## II.10 Resolusi Citra

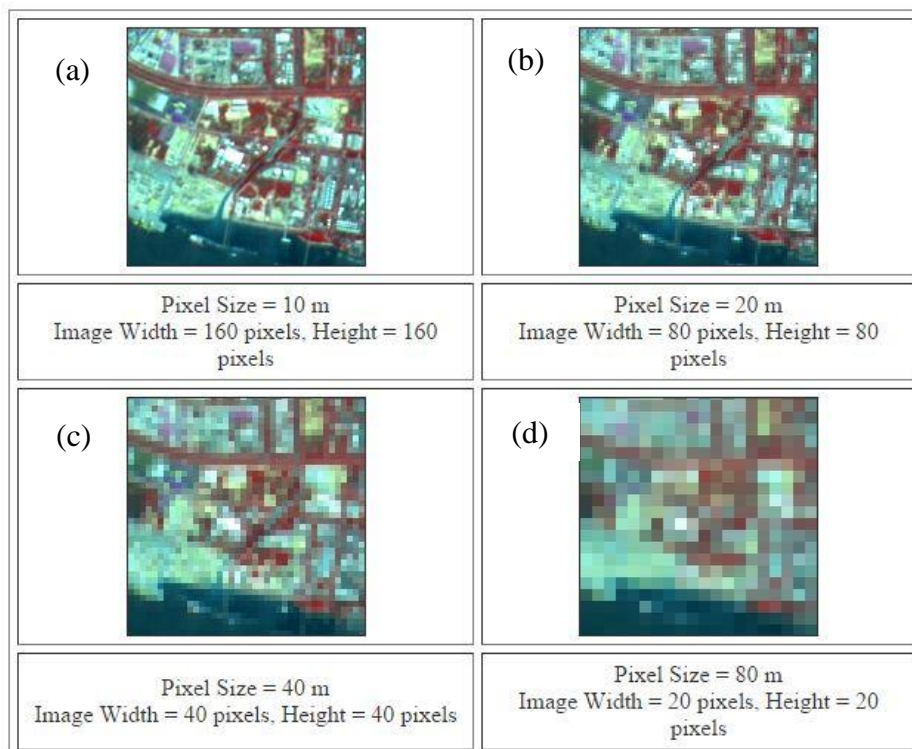
Resolusi adalah kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi yang secara spasial berdekatan atau secara spektral mempunyai kemiripan (Swain dan Davis dalam Donoedoro, 2012). Menurut

Danoedoro (2012), resolusi citra dibagi menjadi empat, yaitu resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiometrik dan resolusi temporal.

### 1. Resolusi Spasial

Resolusi spasial adalah ukuran terkecil objek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem pencitraan. Semakin kecil ukuran objek (terkecil) yang dapat terdeteksi, semakin halus atau tinggi resolusi spasialnya dan semakin besar ukuran objek terkecil yang dapat terdeteksi, semakin kasar atau rendah resolusinya.

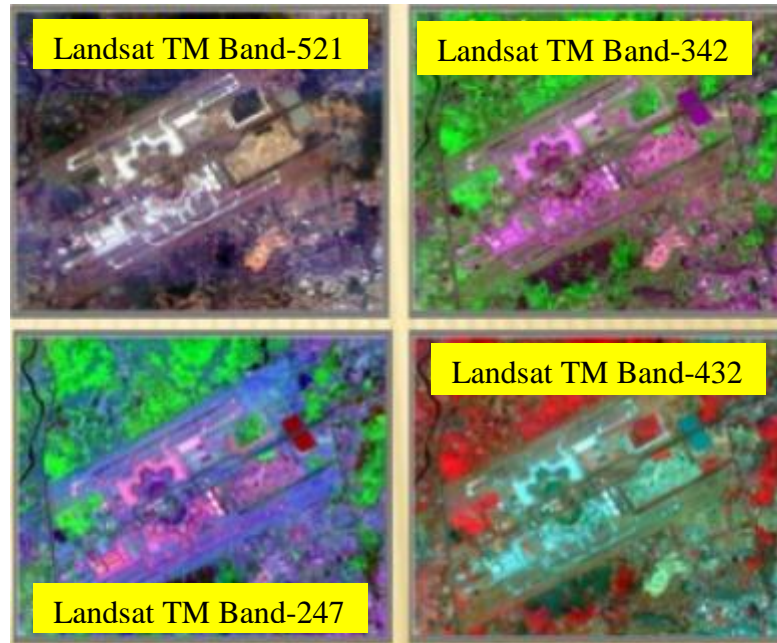
Secara umum sering dikatakan pula bahwa dengan ukuran resolusi ini, objek yang lebih kecil daripada resolusi citra, tidak akan dapat dikenali atau dipresentasikan sebagai objek itu sendiri secara individual. Objek dengan lebar kurang dari satu piksel namun berbentuk memanjang, misalnya jalan, masih dapat dikenali dan dibedakan dari objek di sekitarnya. Objek berukuran kurang dari resolusi spasial tersebut akan tercatat sebagai satu sel penyusun citra (*pixel* = *picture element*, elemen gambar) yang sebenarnya memuat informasi beberapa objek. Piksel semacam ini disebut *mixed-pixel* (*mixel*, atau miksel) (Kannegieter dalam Danoedoro, 2012).



Gambar II-5 Perbedaan Resolusi Spasial (a)10 m, (b) 20 m, (c) 40 m, (d) 80 m (Lapan, 2016)

## 2. Resolusi Spektral

Resolusi spektral adalah kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi (objek) berdasarkan pantulan atau pancaran spektralnya. Semakin banyak saluran dan semakin sempit lebar saluran, semakin tinggi kemungkinannya untuk membedakan objek berdasarkan respons spektralnya, dengan kata lain semakin sempit interval panjang gelombangnya dan atau semakin banyak jumlah salurannya, semakin tinggi pula resolusi spektralnya.



Gambar II-6 Pemanfaatan Komposit Warna Berdasarkan *Band* Landsat TM  
(Liew, 2001)

## 3. Resolusi Radiometrik

Kemampuan sensor dalam mencatat respons spektral objek dinyatakan sebagai resolusi radiometrik. Respons berupa radiansi spektral yang dinyatakan dalam satuan  $\text{mW cm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$  atau  $\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$  datang mencapai sensor dengan intensitas yang bervariasi. Sensor yang peka dapat membedakan selisih respons yang paling lemah sekalipun. Kemampuan sensor ini secara langsung diakaitkan dengan kemampuan koding (*digital coding*), yaitu mengubah intensitas pantulan atau pancaran spektral menjadi angka digital. Kemampuan ini dinyatakan dalam bit.

Sistem *coding* 2 bit akan mengubah intensitas pantulan atau pancaran menjadi  $2^2 = 4$  tingkat, yang terlemah diberi kode 0, dan yang tertinggi diberi kode 3. Bagi sensor dengan kemampuan 8 bit, sinyal dengan julat intensitas yang sama akan

diubah menjadi citra dengan  $2^8 = 256$  tingkat kecerahan, dimana 0 adalah untuk sinyal terlemah, dan 255 untuk sinyal terkuat. Sinyal terlemah tampak hitam pada citra, sedangkan sinyal terkuat tampak putih.



(a)

(b)

Gambar II-7 Perbedaan Resolusi Radiometrik (a) Resolusi Radiometrik 2 Bit (b) Resolusi Radiometrik 8 Bit (Liew, 2001)

#### 4. Resolusi Temporal

Resolusi temporal adalah kemampuan suatu sistem untuk merekam ulang daerah yang sama. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari.

### II.11 Koreksi Radiometrik

Menurut Kustiyo (2014), citra satelit pada umumnya mengandung nilai *Digital Number* (DN) asli yang belum diproses berdasarkan nilai spektral radian sesungguhnya yang berdampak pada hasil informasi yang kurang akurat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan nilai sudut perekaman, lokasi matahari, kondisi cuaca dan faktor pengaruh lainnya. Koreksi radiometrik diperlukan untuk memperbaiki nilai piksel dengan cara mengkonversi nilai DN menjadi nilai unit spektral reflektan (*reflectance*). Menurut Kustiyo (2014), proses koreksi radiometrik dikelompokkan menjadi 3 kelompok utama, yaitu:

1. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor internal sensor (koreksi radiometri sistematis)
2. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor eksternal (*reflectance*)

### 3. Koreksi atmosfer

Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor internal sensor sering disebut sebagai koreksi radiometrik sistematis. Produk standar data citra optik resolusi menengah sudah dilakukan koreksi radiometrik sistematis, namun informasi dari hasil koreksi sistematis belum sesuai dengan kondisi objek sesungguhnya dikarenakan pada saat radiasi elektromagnetik direkam oleh sensor satelit, radiasi elektromagnetik telah melewati atas atmosfer dan bawah atmosfer bumi sebanyak dua kali, yaitu pada saat sinar matahari mengenai objek dan pada saat objek merefleksikannya ke sensor. Proses tersebut telah terjadi absorpsi dan penghamburan radiasi yang arahnya dapat berubah. Dampak dari proses ini adalah adanya *effect haziness* yang mengurangi kontras citra dan *effect adjacency* yang mana nilai radian direkam berdasarkan dari penggabungan dari nilai hamburan piksel yang terdekat.

Kedua efek tersebut perlu untuk diminimalisir dengan koreksi akibat kesalahan faktor eksternal dan koreksi atmosfer. Koreksi radiometrik akibat pengaruh kesalahan faktor eksternal adalah koreksi radiometrik yang disebabkan oleh perbedaan posisi matahari, sudut perekaman, dan topografi wilayah, sedangkan proses koreksi radiometrik karena faktor eksternal atmosfer meliputi koreksi atmosfer atas (*Top of Atmosphere*), BRDF (*Bidirectional Reflectance Difference Function*), dan *Slope Correction*. Hasil dari koreksi radiometrik karena faktor eksternal biasanya berupa nilai reflektan objek yang merupakan rasio dari radian terhadap irradian.

#### II.12 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik merupakan langkah pertama yang harus dilakukan dalam mengolah data citra satelit. Tujuan utama dari kalibrasi radiometrik ini adalah untuk mengubah data pada citra yang (pada umumnya) disimpan dalam bentuk *Digital Number* (DN) menjadi radian dan atau reflektan, bisa juga ke *brightness temperature* (untuk kanal *Thermal Infra Red*). Menurut (USGS, 2018) langkah kalibrasi radiometrik sebagai berikut:

##### 1. Konversi DN ke ToA Radian

Rumus yang digunakan untuk mengubah DN ke radian (L) dapat dilihat pada rumus II-2.

$$L_{\lambda} = MLQ_{cal} + AL \dots \dots \dots (II-2)$$

Keterangan :

$L\lambda$  = Radian ToA

$ML$  = *Radiance\_Mult\_Band\_x*, di mana x adalah nomer band

$AL$  = *Radiance\_Add\_Band\_x*, di mana x adalah nomer band

$Q_{cal}$  = Nilai *Digital Number* (DN)

## 2. Konversi DN ke ToA Reflektan ( $\rho$ )

Konversi DN bisa juga dilakukan langsung menjadi reflektan, dengan rumus

II-3.

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \dots\dots\dots (II-3)$$

Keterangan:

$\rho\lambda'$  = Reflektan ToA, tanpa koreksi sudut matahari

$M_p$  = *Reflectance\_Mult\_Band\_x*, di mana x adalah nomer band

$A_p$  = *Reflectance\_Add\_Band\_x*, di mana x adalah nomer band

$Q_{cal}$  = Nilai *Digital Number* (DN)

Hasil perhitungan reflektan ToA dihitung kembali dengan memasukkan parameter sudut matahari untuk mendapatkan nilai reflektan ToA terkoreksi sudut matahari menggunakan rumus II-4 (USGS, 2018):

$$\rho\lambda^* = \rho\lambda' / \cos(\theta_{sz}) = \rho\lambda' / \sin(\theta_{se}) \dots\dots\dots (II-4)$$

Keterangan:

$\rho\lambda^*$  = Reflektan ToA (terkoreksi sudut matahari)

$\rho\lambda'$  = Reflektan ToA (belum terkoreksi)

$\theta_{se}$  = Sudut lokal matahari, tersedia di metadata (*sun\_elevation*)

$\theta_{sz}$  = Sudut zenith lokal matahari;  $\theta_{sz} = 90^\circ - \theta_{se}$

## II.13 Koreksi Atmosfer

Pengindraan jauh dengan sensor sistem pasif merupakan sensor yang menangkap energi pantulan atau pancaran gelombang elektromagnetik dari objek tanpa mengirim gelombang energi ke arah objek-objek tersebut (Danoedoro, 2012). Salah satu energi yang terdapat pada objek berasal dari sinar matahari. Energi pancaran sinar matahari dinyatakan dalam paket gelombang elektromagnetik. Pada perjalanannya, paket gelombang elektromagnetik akan melewati atmosfer hingga tertangkap oleh sensor satelit dalam bentuk reflektansi. Nilai reflektansi objek yang diterima oleh sensor satelit dipengaruhi oleh penyerapan, hamburan dan pantulan

atmosfer menyebabkan nilai reflektansi pada citra satelit tidak sama dengan nilai reflektansi objek sebenarnya di permukaan bumi. Koreksi atmosfer perlu dilakukan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer dan mengembalikan nilai reflektansi sesuai dengan nilai reflektansi objek sebenarnya di permukaan bumi (Fibriawati, 2016).

Pengaruh atmosfer akan bisa hilang dengan menentukan beberapa parameter seperti jumlah uap air, penyebaran aerosol dan ketersediaan pandangan pada citra. Parameter ini digunakan untuk membangun model pengiriman pancaran atmosfer dalam menentukan reflektansi pada permukaan objek yang benar. Metode koreksi atmosferik ini dapat diterapkan pada citra dengan basis tiap piksel, karena setiap piksel pada citra memuat nilai pengukuran yang berdiri sendiri pada setiap saluran mengenai nilai uap air atmosferik (FLAASH, 2006).

Salah satu metode koreksi atmosfer yang digunakan pada pengolahan citra adalah metode FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*). FLAASH dikembangkan oleh *Spectral Sciences, Inc.* FLAASH merupakan koreksi atmosfer dengan dasar metode MODTRAN4 (*Moderate Spectral Resolution Atmospheric Transmittance Algorithm and Computer Model*) yang terdapat pada *software* ENVI. Koreksi FLAASH bisa digunakan untuk mengkoreksi saluran dari panjang gelombang sinar tampak hingga inframerah dekat dan gelombang inframerah pendek yaitu hingga 3  $\mu\text{m}$ . FLAASH bisa diterapkan pada sensor *hiperspektral* seperti HyMAP, AVIRIS, HYDICE, HYPERION, Probe-1, CASI dan AISA dan sensor *multispektral* seperti Landsat, SPOT, IRS dan ASTER. Selain itu, FLAASH bisa mengoreksi citra yang diambil dengan geometri vertikal maupun miring. Model koreksi FLAASH menggunakan persamaan *spektral* radian standar yang diterapkan pada panjang gelombang matahari pada bahan *lambertian* datar (tidak termasuk emisi termal). Persamaan model koreksi FLAASH dapat dilihat pada rumus II-5 (FLAASH, 2006).

$$L = A_p / (1 - p_e S) + B_p e / (1 - p_e S) + L_a \dots \dots \dots (II-5)$$

Keterangan:

- $\rho$  = reflektan permukaan piksel
- $p_e$  = reflektan rata-rata permukaan piksel dan sekitarnya
- $S$  = albedo dari atmosfer



La = radiasi balik oleh atmosfer

A,B = koefisien yang bergantung pada kondisi atmosfer dan geometris.

Nilai dari parameter A, B, S and La ditentukan dari perhitungan MODTRAN4 menggunakan sudut pengamatan, sudut matahari dan rata-rata ketinggian permukaan objek. Penelitian yang dilakukan oleh Fibriawati (2016) didapatkan hasil koreksi atmosfer FLAASH hasilnya lebih efektif menghilangkan pengaruh atmosfer dibandingkan QUAC dan DOS. Model FLAASH termasuk metode untuk memperoleh informasi jumlah aerosol atau kabut pada piksel daratan yang gelap di citra (FLAASH, 2006).

Koreksi FLAASH menggunakan masukan nilai radian berupa data radian *floating point* dengan satuan  $\mu\text{W}/\text{cm}^2 * \text{nm} * \text{sr}$  (FLAASH, 2006). Nilai radian *floating point* memiliki faktor skala sebesar 0,1 dari nilai radian citra, sehingga untuk mendapatkan nilai reflektan integer, hasil pengolahan koreksi FLAASH harus dilakukan *rescaling* menggunakan rumus II-6 (Jaelani, 2015).

$$\text{SR} = (\text{b1} \leq 0) * 0 + (\text{b1} \geq 10000) * 1 + (\text{b1} > 0 \text{ and } \text{b1} < 10000) * \text{float}(\text{b1}) / 10000 \dots\dots\dots \text{(II-6)}$$

Keterangan:

SR = *Surface Reflectance*

b1 = nilai reflektan algoritma MODTRAN4

## II.14 *Cropping* Citra

*Cropping* citra dapat digunakan untuk data spasial maupun data spektral. Pemotongan citra dapat dilakukan berdasarkan titik koordinat, jumlah pixel atau hasil *zooming* daerah tertentu (Arhatin, 2010).

Pemotongan atau *cropping* citra dilakukan untuk mendapatkan daerah penelitian dengan maksud untuk dapat melakukan pengolahan data yang lebih terfokus, terinci dan teroptimal. Pemotongan citra memiliki nilai utilitas lainnya, yaitu memperkecil daerah yang akan dikaji sesuai dengan *area of interest*. Pemotongan citra dapat dilakukan sesuai dengan bentuk poligon yang diinginkan seperti pembatasan wilayah kabupaten, kecamatan atau desa. Pemotongan citra merupakan pemotongan yang telah diolah secara kontinu agar dapat mereduksi kesalahan di dalam proses pengolahan data pengindraan jauh di *software* ENVI. Teknik pemotongan atau *cropping* citra dapat menyederhanakan area penelitian

para pengguna data hasil penginderaan jauh, sehingga, *cropping* citra (pemotongan citra) dapat bermanfaat untuk mempermudah kinerja seseorang ketika sedang melakukan pengamatan citra, terutama dalam membatasi region atau wilayah tertentu (Arhatin, 2010).

## II.15 *Masking Awan*

Tutupan awan yang terdapat pada citra merupakan hal yang cukup mengganggu dalam sebuah penelitian dan penafsiran citra satelit, karena peneliti dapat kehilangan banyak informasi yang dikarenakan tutupan awan tersebut. Metode atau langkah dalam menghilangkan efek tutupan awan sangat diperlukan dengan cara membuat *masking* pada citra yang memiliki tutupan awan yang cukup banyak menjadi data citra yang bebas dari awan. Terdapat berbagai cara dan berbagai *software* yang dapat digunakan dalam melakukan proses *cloud masking* ini, yakni dengan menggunakan ArcGIS, PCI Geomatic, MathLab dan lainnya. Pengolahan *cloud masking* pada *software* ArcGIS menggunakan *band QA (Quality Assessment)* yang terdapat pada metadata citra Landsat 8 (Xiao, 2015).

QA *Band* berisi statistik kualitas yang dikumpulkan dari data gambar dan informasi tutupan awan. File QA adalah gambar 16-bit dengan dimensi yang sama dengan *scene* standar L1T. Bit QA digunakan untuk memperbaiki integritas penyelidikan sains dengan menunjukkan piksel mana yang mungkin terkontaminasi awan. Indeks vegetasi yang dihitung melebihi piksel yang mengandung awan akan menunjukkan nilai anomali. Piksel yang terkontaminasi awan akan menurunkan nilai NDVI. Konsekuensi yang lebih buruk adalah bahwa penurunan pertumbuhan vegetasi yang dilaporkan akan dianggap sebagai indikator perubahan lingkungan yang berpotensi mendorong kebijakan atau praktik pengelolaan lahan yang tidak perlu. QA adalah terjemahan dari nilai *string* biner. Nilai *integer* “1” diterjemahkan ke nilai biner “0001”. Nilai biner “0001” memiliki 4 bit, ditulis dengan benar ke kiri sebagai bit 0 (“1”), 1 (“0”), 2 (“0”), dan 3 (“0”). Bit 0 = 1 = isi, bit 1 = 0 = tidak ada awan, bit 2 = 0 = tanah, bit 3 = tidak ada salju (USGS, 2016).

Selain menggunakan BQA, *masking* awan juga bisa menggunakan hubungan antara *band* biru dengan LSWI, dimana piksel yang mengandung awan memiliki nilai *band* biru  $\geq 0,2$  dan LSWI positif (Xiao, 2015).

## II.16 Masking Daratan

*Masking* daratan digunakan untuk memisahkan antara kenampakan daratan dan perairan pada citra. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan masking daratan, salah satunya dengan menggunakan algoritma *Phenology and Pixel Based Paddy Rice Mapping* (PPPM). Algoritma PPPM akan menghasilkan *Flooded Pixel* yang menunjukkan informasi *Flooding Signal*. *Flooding Signal* merupakan data dari *Flooded Pixel* yang menunjukkan informasi adanya tutupan air maupun campuran air dan tanaman dengan informasi tutupan air yang lebih dominan (Xiao, 2015).

*Flooding/Rice Transplanting Signal* dapat dikenali secara efektif dengan membuat hubungan matematis antara indeks vegetasi yaitu LSWI, NDVI dan EVI (Xiao dalam Dong, 2016).

### 1. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

NDVI merupakan indeks vegetasi yang menunjukkan tingkat kehijauan dari vegetasi. Transformasi NDVI didasarkan dari reflektan spektral dari saluran inframerah dekat dan merah. NDVI bisa memberikan informasi mengenai akumulasi biomassa tanaman, tingkat klorofil daun, nilai indeks luas daun dan nilai fotosintesis tanaman (Lillesand, Kiefer dan Chipman, 2004). Berikut algoritma NDVI dituliskan pada rumus II-7.

$$NDVI = ((\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED})) \dots\dots\dots (II-7)$$

Keterangan :

$\rho_{NIR}$  = Reflektan *Band Near InfraRed* (inframerah dekat)

$\rho_{RED}$  = Reflektan *Band Red* (merah)

Nilai NDVI berada pada rentang -1 sampai 1. Nilai di bawah 0 menunjukkan adanya reflektan yang rendah saluran inframerah dan reflektan yang tinggi pada saluran merah. Nilai di bawah 0 menunjukkan tidak terdapatnya klorofil pada objek, sehingga nilai di bawah 0 ditemukan pada objek bukan vegetasi. Sebaliknya semakin mendekati nilai 1 menunjukkan tingkat kehijauan vegetasi yang semakin tinggi. Hal ini dikarenakan reflektansi pada saluran infra merah tinggi dan reflektansi saluran merah rendah. Pada vegetasi mengandung klorofil yang akan menyerap energi dari gelombang merah.

Berdasarkan karakteristik saluran penyusun transformasi NDVI yaitu saluran merah dan inframerah, NDVI memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan NDVI yaitu mampu melihat perubahan biomassa secara fenologi, mengklasifikasikan tanaman dan tutupan lahan, mengetahui kelembapan tanah dan aliran penyerapan karbon dioksida. Kelemahan NDVI adalah akan terpengaruh oleh adanya reflektansi dari permukaan tanah pada objek dengan tutupan vegetasi yang sedikit (Landscape toolbox, 2013).

## 2. *Enhanced Vegetation Index (EVI)*

EVI merupakan indeks vegetasi yang dibentuk dari modifikasi NDVI dengan penambahan faktor perata untuk memperkecil pengaruh pantulan tanah dan koreksi saluran biru terhadap saluran merah untuk mengurangi pengaruh hamburan atmosfer (Lillesand, Kiefer dan Chipman, 2004). EVI akan mendapatkan nilai indeks vegetasi yang lebih baik daripada NDVI. Algoritma dari EVI dapat dilihat pada rumus II-8.

$$EVI = 2,5 * (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + 6 * \rho_{RED} - 7,5 * \rho_{BLUE} + 1) \dots\dots\dots (II-8)$$

Keterangan :

$\rho_{NIR}$  = Reflektan *Band Near InfraRed* (inframerah dekat)

$\rho_{RED}$  = Reflektan *Band Red* (merah)

$\rho_{BLUE}$  = Reflektan *Band Blue* (biru)

EVI memiliki rentang nilai yang sama dengan NDVI nilai kurang dari 0 menunjukkan tidak ditemukannya kandungan klorofil objek, sehingga dikenali sebagai objek bukan vegetasi yaitu air. EVI memiliki kelebihan utama yaitu mampu mengurangi pengaruh atmosfer dan pengaruh permukaan tanah, sedangkan kekurangan EVI terletak pada saluran biru. Tidak semua citra terdapat saluran biru seperti citra ASTER (Landscape toolbox, 2012).

## 3. *Land Surface Water Index (LSWI)*

LSWI merupakan transformasi spektral yang menggabungkan reflektan dari saluran inframerah dekat dengan inframerah gelombang pendek. Transformasi ini akan sensitif mendeteksi adanya genangan air pada area sapuan citra (Xiao dalam Dong, 2016). Algoritma LSWI dapat dilihat pada rumus II-9.

$$LSWI = (\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}) / (\rho_{NIR} + \rho_{SWIR}) \dots\dots\dots (II-9)$$

Keterangan :

$\rho_{\text{NIR}}$  = Reflektan *Band Near InfraRed* (inframerah dekat)

$\rho_{\text{SWIR}}$  = Reflektan *Band Short Wave InfraRed* (inframerah gelombang pendek)

*Land Surface Water Index* (LSWI) dibentuk dari saluran inframerah pendek dan inframerah dekat. Saluran inframerah dekat akan diserap oleh air. Inframerah juga akan diserap oleh air tetapi akan dipantulkan dengan baik oleh vegetasi dengan tingkat klorofil yang tinggi. Kelebihan LSWI adalah sangat peka terhadap kandungan air pada vegetasi dan tanah, sedangkan kelemahan LSWI adalah tidak peka terhadap vegetasi dengan Leaf Area Index yang tinggi dan penggunaan saluran SWIR-1 lebih rentan terpengaruh oleh atmosferik seperti uap air dan aerosol dibandingkan saluran SWIR-2 (Chandrasekar, 2008).

Metode PPPM dijalankan dengan algoritma matematis yang dapat dilihat pada rumus II-10 (Dong, 2016).

$$\text{Flood} = \begin{cases} 1 & (\text{LSWI}_{T_i} > \text{EVI} \text{ or } \text{LSWI}_{T_i} > \text{NDVI}) \\ 0 & (\text{LSWI}_{T_i} \leq \text{EVI} \text{ and } \text{LSWI}_{T_i} \leq \text{NDVI}) \end{cases} \dots\dots\dots (\text{II-10})$$

Keterangan:

*Flood* = status dari *flooding/transplanting signal*

$T_i$  = periode akuisisi data

Algoritma PPPM akan menghasilkan data raster dengan nilai 0 yang menunjukkan piksel tidak terdapat *Flooding Signal* dan nilai 1 yang menunjukkan piksel dengan *Flooding Signal*. (Xiao, 2015).

## II.17 Deliniasi

Menurut Putri (2014), deliniasi adalah penarikan garis batas sementara suatu wilayah atau suatu negara di atas peta. Proses deliniasi juga dilakukan secara digitasi *on screen*. Menurut Tim SIG PT. Geomatik Konsultan (2010), digitasi *on screen* merupakan suatu teknik digitasi atau proses konversi dari data format raster ke dalam format vektor. Peta yang akan digitasi terlebih dahulu harus dibawa ke dalam format raster baik melalui proses *scanning* dengan alat *scanner* atau dengan pemotretan. Jika peta tersebut merupakan citra hasil foto udara ataupun satelit maka langsung dimasukkan ke dalam *software*. Digitasi *On Screen* di bagi kedalam 3 kelompok berdasarkan tipe shapefilenya yaitu:

1. *Point*

Digitasi untuk membuat simbol fasilitas umum, tempat wisata, gunung, kota, pabrik dan lainnya.

2. *Line*

Digitasi untuk membuat jalan tol, jalan arteri, jalan kolektor, dan sungai.

3. *Polygon*

Digitasi untuk membuat wilayah kabupaten, kota dan lainnya.

Pelaksanaan proses digitasi *on screen* harus memperhatikan unsur interpretasi, yang menurut Endarto (2012), unsur interpretasi citra ada sembilan sebagai berikut:

1. Rona

Rona dan warna merupakan unsur pengenal utama atau primer terhadap suatu objek pada citra pengindraan jauh. Fungsi utama adalah untuk identifikasi batas objek pada citra. Penafsiran citra secara visual menuntut tingkatan rona bagian tepi yang jelas, hal ini dapat dibantu dengan teknik penajaman citra (*enhacement*).

2. Warna

Warna merupakan wujud yang yang tampak mata dengan menggunakan spektrum sempit, lebih sempit dari spektrum elektromagnetik tampak. Dibandingkan dengan rona, perbedaan warna lebih mudah dikenali oleh penafsir dalam mengenali objek secara visual.

3. Bentuk

Bentuk dan ukuran merupakan asosiasi sangat erat. Bentuk menunjukkan konfigurasi umum suatu objek sebagaimana terekam pada citra pengindraan jauh.

4. Ukuran

Ukuran merupakan bagian informasi kontekstual selain bentuk dan letak. Ukuran merupakan atribut objek yang berupa jarak, luas, tinggi, lereng dan volume.

5. Tekstur

Tekstur merupakan frekuensi perubahan rona dalam citra. Tekstur dihasilkan oleh kelompok unit kenampakan yang kecil, tekstur sering dinyatakan kasar, halus, ataupun belang-belang.

6. Pola

Pola merupakan karakteristik makro yang digunakan untuk mendiskripsikan tata ruang pada kenampakan di citra. Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan beberapa objek alamiah.

7. Bayangan

Bayangan merupakan unsur sekunder yang sering membantu untuk identifikasi objek secara visual, misalnya untuk mengidentifikasi hutan jarang, gugur daun, tajuk.

8. Situs

Situs merupakan konotasi suatu objek terhadap faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan atau keberadaan suatu objek. Situs bukan ciri suatu objek secara langsung, tetapi kaitanya dengan faktor lingkungan.

9. Asosiasi

Asosiasi menunjukkan komposisi sifat fisiognomi seragam dan tumbuh pada kondisi habitat yang sama. Asosiasi juga berarti kedekatan erat suatu objek dengan objek lainnya.

## **II.18 Algoritma Untuk Menentukan Konsentrasi Klorofil-a**

1. Wouthuyzen (1991)

Sidabutar (2009) menjelaskan bahwa Wouthuyzen (1991) mengembangkan algoritma dengan memanfaatkan citra Landsat-TM di perairan Teluk Omura Jepang. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rasio antara kanal 1 dengan kanal 2 atau kanal 2 dengan kanal 1 mempunyai hubungan yang sangat kuat terhadap konsentrasi klorofil-a untuk semua musim. Rasio kanal 2 dengan kanal 1 adalah yang paling konsisten untuk semua musim. Empat algoritma yang berbeda selama empat musim dalam setahun untuk musim gugur, dingin, semi dan panas dapat dilihat pada rumus II-11 sampai rumus II-14.

$$\text{Chl-a} = 28,895 (B2/B3) - 9,596 \dots\dots\dots(\text{II-11})$$

$$\text{Chl-a} = 30,344 (B2/B1) - 7,684 \dots\dots\dots(\text{II-12})$$

$$\text{Chl-a} = 21,279 (B2/B1) - 0,908 \dots\dots\dots(\text{II-13})$$

$$\text{Chl-a} = 10,359 (B2/B1) - 2,355 \dots\dots\dots(\text{II-14})$$

Keterangan:

B1 : Kanal 1 Landsat 7 ETM+ (*Band* Biru)

B2 : Kanal 2 Landsat 7 ETM+ (*Band* Hijau)

B3 : Kanal 3 Landsat 7 ETM+ (*Band* Merah)

2. Wibowo (1994)

Wibowo dalam Sidabutar (2009), melakukan penelitian klorofil-a di perairan pesisir Cirebon, Lampung, Jambi dan Jepara dengan mengembangkan algoritma untuk pendugaan klorofil a menggunakan citra Landsat-TM. Algoritma Wibowo dapat dilihat pada rumus II-15.

$$\text{Chl-a} = 2,41 (B3/B2) + 0,187 \dots\dots\dots(\text{II-15})$$

Keterangan:

B2 : Kanal 2 Landsat 7 ETM+ (*Band* Hijau)

B3 : Kanal 3 Landsat 7 ETM+ (*Band* Merah)

3. Pentury (1997)

Pentury dalam Sidabutar (2009), melakukan penelitian klorofil-a di perairan Teluk Ambon dengan mengembangkan algoritma untuk pendugaan klorofil-a menggunakan citra Landsat-TM. Algoritma Pentury dapat dilihat pada rumus II-16.

$$\text{Chl-a} = 2,3868 (B2/B1) - 0,4671 \dots\dots\dots(\text{II-16})$$

Keterangan:

B1 : Kanal 1 Landsat 7 ETM+ (*Band* Biru)

B2 : Kanal 2 Landsat 7 ETM+ (*Band* Hijau)

4. Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi (2006)

Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi melakukan penelitian untuk menganalisis kesesuaian perairan tambak di Kabupaten Demak dengan menggunakan parameter nilai klorofil-a, suhu permukaan perairan dan muatan padatan tersuspensi (TSS). Algoritma tersebut menghasilkan nilai



klorofil-a 0,368– 2,852 pg/l. Algoritma yang digunakan oleh Much Jisin Arief dan Lestari Laksmi dapat dilihat pada rumus II-17.

$$\text{Chl-a} = 17,912 \left( \frac{B1-B2}{B1+B2} \right) - 0,3343 \dots\dots\dots ( \text{II-17} )$$

Keterangan:

B1 : Kanal 1 Landsat 7 ETM+ (*Band Biru*)

B2 : Kanal 2 Landsat 7 ETM+ (*Band Hijau*)

## II.19 Uji Normalitas

Konsep dasar dari uji normalitas Kolmogorov Smirnov adalah dengan membandingkan distribusi data (yang akan diuji normalitasnya) dengan distribusi normal baku. Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk *Z-Score* dan diasumsikan normal, jadi sebenarnya uji Kolmogorov Smirnov adalah uji beda antara data yang diuji normalitasnya dengan data normal baku. Seperti pada uji beda biasa, jika signifikansi di bawah 0,05 berarti terdapat perbedaan yang signifikan, dan jika signifikansi di atas 0,05 maka tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Penerapan pada uji Kolmogorov Smirnov adalah bahwa jika signifikansi di bawah 0,05 berarti data yang akan diuji mempunyai perbedaan yang signifikan dengan data normal baku, berarti data tersebut tidak normal, sedangkan apabila signifikansi di atas 0,05 maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data yang akan diuji dengan data normal baku (Firlana, 2017).

## II.20 Uji T Sampel Berpasangan

Menurut (Sujarweni, 2015) uji T berpasangan digunakan untuk menentukan ada tidaknya perbedaan rata-rata dua sampel bebas, dua sampel yang dimaksud adalah sampel yang sama namun mempunyai dua data atau data yang sama namun mendapatkan perlakuan berbeda. Model pengambilan keputusannya menggunakan dua cara yaitu dengan melihat nilai signifikan (Sig.) Perbedaan dianggap signifikan apabila nilai koefisien signifikan perbedaannya kurang dari nilai  $\alpha$  (signifikan) yang ditentukan perbedaannya, misal signifikan  $< 0,05$ , maka yang kurang dari 0,05 memiliki perbedaan yang signifikan. Cara selanjutnya jika  $t$  hitung  $< t$  tabel pada nilai  $\alpha$  (signifikan tertentu), maka terdapat perbedaan yang signifikan

## II.21 Klasifikasi Terbimbing (*Supervised*)

Klasifikasi terbimbing adalah klasifikasi yang analisisnya mempunyai sejumlah piksel yang mewakili masing - masing kelas atau kategori yang diinginkan

(Jaya, 2007). Menurut Marini (2014) Klasifikasi terbimbing merupakan metode yang diperlukan untuk mentransformasikan data citra *multispektral* ke dalam kelas-kelas unsur spasial dalam bentuk informasi tematis. Kriteria pengelompokan kelas ditetapkan berdasarkan penciri kelas yang diperoleh melalui pembuatan *training area*. Penentuan *training area* biasanya dilakukan berdasarkan hasil pengamatan lapangan atau berdasarkan penyesuaian dengan peta rupa bumi. *Training area* yang telah didapatkan kemudian dijadikan sebagai masukan dalam proses klasifikasi untuk keseluruhan citra (Jaya 2007). Identitas dan lokasi kelas-kelas unsur atau tipe penutup lahan (seperti halnya perkotaan, tubuh air, lahan basah, dan lain sebagainya) pada klasifikasi terbimbing, telah diketahui sebelumnya melalui kunjungan ke lapangan (survei), analisis foto udara (atau citra satelit sebelumnya), maupun cara-cara yang lain (Marini, 2014).

Mengenai metode penentuan jumlah kelas dilihat dari jumlah datanya, menurut Setiawan dalam Laili (2008) dihitung menggunakan rumus II-18.

$$K = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots (II-18)$$

Keterangan:

K : Jumlah kelas

n : Jumlah data

## DAFTAR PUSTAKA

- Arhatin, R. E.(2010). Modul Pelatihan Pembangunan Indeks Kerentanan Pantai.
- Arief, M. J. Dan Lestari Laksmi. (2006). Analisis Kesesuaian Perairan Tambak Di Kabupaten Demak Ditinjau Dari Nilai Klorofil-a, Suhu Permukaan Perairan, Dan Muatan Padatan Tersuspensi Menggunakan Data Citra Satelit Landsat 7 ETM+. Vol 3 No 1 108-118
- Chandrasekar, M. V. R. Sesha Sai, P. S. Roy & R. S. Dwevedi (2010) *Land Surface Water Index (LSWI) response to rainfall and NDVI using the MODIS Vegetation Index product, International Journal of Remote Sensing*, 31:15, 3987-4005, DOI: 10.1080/01431160802575653
- Danoedoro, P. (2012). Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Yogyakarta: CV ANDI OFFSET
- Dong, J., Xiangming Xiao, Michael A Menarguez, Geli Zhang, Yuanwei Qin, dkk. (2016). *Mapping Paddy Rice Planting Area In Northeastern Asia With Landsat 8 Images, Phenology-Based Algorithm And Google Earth Engine. Remote Sensing of Environment*, 185, 142–154. doi:10.1016/j.rse.2016.02.016.
- Endarto, Danang. dkk. 2009. Geografi 3 : Untuk SMA/MA Kelas XII. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional
- Fibriawati. (2016). Koreksi Atmosfer Citra SPOT-6 Menggunakan Metode MODTRAN4 [Seminar]. Seminar Nasional Pengindraan Jauh
- Firlana, F. (2017). Analisa Mudah dengan PSPP. Spasi Media
- FLAASH *User's Guide*. (2006). *FLAASH Module User's Guide*. ITT Visual Information Solutions
- Gusrina. (2008). Budidaya ikan Jilid I. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- Hanggar, P.K. 2012. Kajian Spasial Data Respon Balik Penangkapan Ikan Pelagis Besar Dari Pelabuhan Perikanan Nusantara Ternate Menggunakan Satelit AQUA MODIS [Seminar] . Bali : Balai Penelitian Dan Observasi Kelautan- Kementerian Kelautan Dan Perikanan
- Hendrawati, Prihadi, T.H., Rohmah, N.N. (2007). Analisis Kadar Phosfat dan N-Nitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) pada Tambak Air Payau Akibat Rembesan

- Lumpur Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Pasar Minggu, Jakarta Selatan.
- Herawati, V. E. (2008). Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap Sebagai Lahan Budidaya Kerang Totok (*Polymesoda erosa*) Ditinjau Dari Aspek Produktifitas Primer Menggunakan Penginderaan Jauh [Skripsi]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro
- Jaya, I. N. S. (2007). Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Juniarta, A. (2016). Analisis Produktivitas Primer Tambak Ikan Bandeng (*Chanos Chanos, Forsskal*) Dengan Data Citra Satelit Ikonos Di Kabupaten Pati, Jawa Tengah, Volume 5, Nomor 1, Tahun 2016, Halaman 83-90.
- Kustiyo, dkk. (2014). Pengembangan Metoda Koreksi Radiometrik Citra SPOT 4 Multi-Spektral dan Multi-Temporal untuk Mosaik Citra. Jakarta: Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. dan Chipman, J.W. (2004). *Remote Sensing And Image Interpretation*. Hoboken, N J: Wiley
- Marini, Y. (2014). Perbandingan Metode Klasifikasi *Supervised Maximum Likelihood* dengan Klasifikasi Berbasis Objek Untuk Inventarisasi Lahan Tambak di Kabupaten Maros[Seminar]. Bogor (ID):LAPAN
- Mohammadi, A., Cestolle, J. F., Ryu, D. (2016). *Application of time series of remotely sensed normalized difference water, vegetation and moisture indices in characterizing flood dynamics of large-scale arid zone floodplains. Remote Sensing of Environment, 190*, 70-82. doi.org/10.1016/j.rse.2016.12.003
- Noegroho, A. (2013). Profil Kelautan Dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah Untuk Mendukung Industrialisasi KP. Jakarta: Pusat Data, Statistik dan Informasi
- Priyatno, D. (2012). Belajar Cepat Olah Data Statistik dengan SPSS Yogyakarta: Andi Offset
- Purnomowati, I., Hidayati, D., dan Saparinto, C. 2007. Ragam Olahan Bandeng. Kanisius. Yogyakarta
- Putra, E. H. (2011). Penginderaan Jauh Dengan Er Mapper. Yogyakarta: Graha Ilmu

- Putri, L. K. R. (2014). Deliniasi Citra Dengan Software ArcGis [Skripsi]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro
- Quadratullah. (2014). Statistika Terapan Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS. Yogyakarta: Andi Offset
- Sidabutar, D. N. R. (2009). Pendugaan Konsentrasi Klorofil-a dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta dengan Citra Satelit Landsat. Bogor: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan Institut Pertanian Bogor
- Sitanggang, G. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM. LAPAN. Berita Dirgantara Vol. 11 no. 2 Juni 2010:47-58
- Sudradjat, A. 2008. Budidaya 23 Komoditas Laut Menguntungkan. Penebar Swadaya, Jakarta
- Sugiyono (2007). Statistika Untuk Penelitian. Bandung : Alfabeta
- Sujarweni, V. W. (2015). SPSS Untuk Penelitian. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Supriatna, W. (2002). Teknik Perbaikan Data Digital (Koreksi Dan Penajaman) Citra Satelit. Buletin Teknik Pertanian
- Sutrisyani dan Rohani, S. (2006). Pedoman Praktis Analisis Kualitas Air. Pusat Penelitian dan Perkembangan Budidaya Perikanan
- Tadjudda, M. 2005. Analisis Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelami*) dan Madidihang (*Thunnus albacares*) dengan Menggunakan Data Satelit di Perairan Kabupaten Wakatobi Sulawesi Tenggara [Thesis]. Bogor (ID): Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor
- Tim SIG PT. Geomatik Konsultan. (2010). Modul Pelatihan SIG. Makassar : JICA
- USGS. (2016). *LANDSAT 8 (L8) Data Users Handbook*. Sioux Falls: Department of the Interior U.S. Geological Survey
- Xiao, X. (2015). *Mapping Paddy Rice planting area in rice-wetland coexistent areas through analysis of Landsat 8 OLI and MODIS images. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 46,1–12. doi: 10.1016/j.jag.2015.11.001

### **Pustaka dari Internet**

- Kementrian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia. (2014).  
<http://kkp.go.id/artikel/944-direktur-jenderal-penguatan-daya-saing-produk-kelautan-dan-perikanan>. Diakses pada 5 April 2017
- Google Maps. (2018).  
<https://www.google.co.id/maps/place/Juwana,+Kabupaten+Pati,+Jawa+Tengah>. Diakses pada 2 Januari 2018
- Google Maps. (2018).  
<https://www.google.co.id/maps/place/Sayung,+Kabupaten+Demak,+Jawa+Tengah>. Diakses pada 2 Januari 2018
- Jaelani, L. M. (2013). Mengubah Digital Number (DN) ke Radiance dan/atau Reflectance. <http://lmjaelani.com/2013/12/kalibrasi-radiometrik-mengubah-digital-number-dn-ke-radiance-danatau-reflectance/>. Diakses pada 29 Maret 2017
- Jaelani, L. M. (2014). Koreksi Geometrik Landsat 8, Tidak Perlu?.  
<http://lmjaelani.com/2014/02/koreksi-geometrik-Landsat-8-tidak-perlu/>.  
Diakses pada 29 Maret 2017
- Jaelani, L. M. (2015). Koreksi Atmosfer. <https://lmjaelani.com/tag/koreksi-atmosfer/>. Diakses pada 29 April 2018
- Jaelani, L. M. (2015). Kombinasi Kanal Landsat 8.  
<http://lmjaelani.com/2015/04/kombinasi-kanal-landsat-8/>. Diakses pada 20 Maret 2017
- Kemendagri. (2016). Kabupaten Demak.  
<http://www.kemendagri.go.id/pages/profil-daerah/kabupaten/id/33/name/jawa-tengah/detail/3321/demak>. Diakses pada 3 Oktober 2017

- Kemendagri. (2016). Kabupaten Pati. <http://www.kemendagri.go.id/pages/profil-daerah/kabupaten/id/33/name/jawa-tengah/detail/3318/pati>. Diakses pada 3 Oktober 2017
- Laili, F. N. (2008). Pengantar Statistik. [https://www.academia.edu/5165353/Pengantar\\_Statistik](https://www.academia.edu/5165353/Pengantar_Statistik). Diakses pada 8 April 2018
- Landscapetoolbox. (2012). *Enhanced Vegetation Index*. [http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remoe\\_sensing\\_methods:enhanced\\_vegetation\\_index](http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remoe_sensing_methods:enhanced_vegetation_index). Diakses pada 2 Maret 2018
- Landscapetoolbox. (2013). *Normalized Difference Vegetation Index*. [http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote\\_sensing\\_methods:normal\\_ized\\_difference\\_vegetation\\_index](http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote_sensing_methods:normal_ized_difference_vegetation_index). Diakses pada 2 Maret 2018
- Lapan. (2016). <http://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2016/2341/LAPAN-Serahkan-Data-Satelit-Resolusi-Tinggi-untuk-Kebutuhan-Nasional/berita>. Diakses pada 12 Agustus 2018
- Liew, S. C. 2001. *Principles of Remote Sensing*. <https://crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/rsmain.htm>. Diakses pada 8 Mei 2018
- USGS. (2013). *Landsat 8 Band Designations*. <https://www.usgs.gov/media/images/landsat-8-band-designations>. Diakses pada 9 Januari 2018
- USGS. (2018). *Landsat Processing Details*. <https://landsat.usgs.gov/landsat-processing-details>. Diakses pada: 15 Mei 2018
- USGS. (2018). *Using the USGS Landsat 8 Product*. <https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>. Diakses pada 15 Maret 2018
- USGS.(2015). *Using The USGS Landsat 8 Product*. Landsat 8. <http://Landsat.usgs.gov/Landsat8.php>. Diakses pada 29 Oktober 2017